Stevenson Mycological Library
Smithsonian Institution

S. Schwendener

J. Stevenson

DIE

ALGENTYPEN

DER

FLECHTENGONIDIEN.

PROGRAMM FÜR DIE RECTORATSFEIER
DER UNIVERSITÆT

VON

S. SCHWENDENER.

Dr M. W. Beijerinck

BASEL MDCCCLXIX.

UNIVERSITÆTSBUCHDRUCKEREI VON C. SCHULTZE.

MYCOLOGICAL LIBRARY
JOHN A. STEVENSON

MYCOLOGICAL LIBRARY
JOHN A. STEVENSON

QK
581
S38
1869
SCNHRB

Einleitung.

Die Untersuchungen, die ich in den folgenden Blättern mittheile, sind ihrem Hauptinhalte nach für ein fachwissenschaftliches Publikum berechnet, dem ich sie hiemit zur Prüfung vorlege; allein die Resultate, die sie ergeben haben, gewähren nach einer Seite hin noch ein allgemeineres Interesse, das, wie mir scheint, auch in weitern Kreisen Beachtung verdient. Sie eröffnen uns nämlich einen Einblick in bisher übersehene oder gänzlich verkannte Lebensbeziehungen zwischen zwei grossen Pflanzengruppen aus den Hauptabtheilungen der Algen und Pilze, von denen hier die erstern als Nahrung bereitende Diener, letztere als ihre Beherrscher erscheinen, die aber trotz dieses Gegensatzes so innig mit einander verschmelzen, dass sie durch ihre wechselseitige Durchdringung gleichsam neue Gewächse mit durchaus individuellem Gepräge bilden und darum auch von den meisten Autoren in eine besondere, als Flechten (Lichenes) bezeichnete Gruppe eingereiht werden.

Um auch dem Unkundigen verständlich zu sein, mag hier die Bemerkung Platz finden, dass diese eigenthümlichen Gewächse neben den Laub- und Lebermoosen zu den häufigsten Bewohnern der Baumrinden, Bretterzäune, Felsblöcke u. s. w. gehören, und dass auch das allbekannte isländische Moos ein Repräsentant dieser Gruppe ist. Der Formenreichthum, den diese Pflänzchen zu entwickeln vermögen, ist ein sehr ansehnlicher. Deutschland und die Schweiz allein besitzen über tausend verschiedene Arten, die sich auf einige hundert Gattungen vertheilen, und die Zahl der Individuen, die gesellschaftlich beisammen leben, übersteigt oft schon auf einem verhältnissmässig kleinen Gebiete Millionen.

Meinen Untersuchungen zufolge sind nun alle diese Gewächse nicht einfache Pflanzen, nicht Individuen im gewöhnlichen Sinne des Wortes; es sind vielmehr Colonien, die aus Hunderten und Tausenden von Individuen bestehen, von denen jedoch ein einziges die Herrschaft ausübt, indess die übrigen in ewiger Gefangenschaft für sich und ihren Beherrscher die Nahrung bereiten. Der Beherrscher ist ein Pilz aus der Klasse der Ascomyceten, ein Schmarotzer, der gewohnt ist von der Arbeit Anderer zu leben; seine Sclaven sind grüne Algen, die er selbst aufgesucht oder doch festgehalten und zum Dienste gezwungen hat. Er umschliesst dieselben, wie eine Spinne ihre Beute, mit einem feinmaschigen Fasernetz, das sich allmählig in eine un-

MYCOLOGICAL LIBRARY
JOHN A. STEVENSON

durchdringliche Hülle verwandelt; aber während die Spinne ihre Beute aussaugt und todt liegen lässt, regt der Pilz die in seinem Netze befindlichen Algen zu rascherer Thätigkeit, ja sogar zu lebhafterer Vermehrung an und ermöglicht dadurch ein üppiges Wachsthum und ein vortreffliches Gedeihen der ganzen Colonie. Dieser Algenpilz, wenn diese Bezeichnungsweise gestattet ist, bildet aber nicht bloss einen merkwürdigen Contrast zur raubmörderischen Spinne, sondern in ganz analoger Weise auch zum bekannten Trauben- und Kartoffelpilz, sowie zu allen andern Pilzen, die in lebenden Organismen vegetiren und ihre Nährpflanze oder ihr Nährthier in ungleichem Kampfe zu Grunde richten. Nur ist der Gegensatz keineswegs immer so freundlich, wie er auf den ersten Blick scheinen möchte; denn die Algen, die in der angedeuteten Weise in Sclaverei gerathen, werden im Laufe der Generationen nicht selten bis zur Unkenntlichkeit entstellt; sie bleiben zwar lebensthätig und lebenskräftig, aber die Grösse der Individuen oder der einzelnen Zellen nimmt oft merklich ab und die Formen verändern sich.

So bieten uns also die Flechten, diese «rustici pauperrimi», das düstere, aber doch lebensfrische Bild eines herrschenden, man möchte beinah sagen mit staatsmännischer Klugheit berechneten Schmarotzerthums auf der einen, und eines niedern, zu ewiger Unfreiheit verurtheilten Helotenthums auf der andern Seite, — ein Bild, das zwar in einzelnen Zügen auch im Thierreich und im Leben der Völker seine Analogien findet, jedoch in dieser Eigenartigkeit und Absonderlichkeit in der ganzen Reihe organischer Wesen nicht wiederkehrt.

Dass so eigenthümliche Beziehungen zwischen zwei grossen Abtheilungen des Gewächsreiches auch den ältern Forschern nicht ganz entgehen konnten; dass sie am wissenschaftlichen Horizonte da und dort, wenn auch verhüllt und in unklaren Umrissen, auftauchen mussten, — das lässt sich zum Voraus erwarten. Liegt es doch im Entwicklungsgange unserer Erkenntniss begründet, dass sowohl der einzelne Forscher als die Wissenschaft im Grossen und Ganzen nicht in unvorhergesehenen Sprüngen, sondern allmählig und meist sehr langsam weiter und höher dringt. Zwar begegnen wir hie und da einem scheinbaren Absatz, der auf eine plötzliche Hebung deutet; allein bei näherer Betrachtung erweist sich derselbe nur als eine etwas stärkere Neigung auf der allmählig ansteigenden Bahn. Selbst die grossen Ideen, welche die Wissenschaft mit gewaltigem Zuge in neue Bahnen gelenkt und die ganze Weltanschauung verändert haben, sie sind nicht mit einem Male, Meteoren gleich, aufgeleuchtet, sondern erst nach langem Entwicklungsprocesse zur vollständigen Reife und zum Durchbruch gekommen; die Zeit hat sie gehegt und ausgebildet, sie schwebten gleichsam in der geistigen Atmosphäre, um endlich aus einem Haupte oder aus vielen unter verschiedenen Formen hervorzubrechen. — So auch in unserem bescheidenen Falle. Ein Rückblick auf die verschiedenen Phasen, welche die angeregte Frage durchlaufen hat, wird am besten zeigen, wie allmählig die Ansichten über den innern Bau und die systematische Stellung der Flechten sich geklärt haben.

DSI

Wir werden, um den erforderlichen Ueberblick zu gewinnen, nicht allzuweit in die Vergangenheit zurückgreifen müssen: die Kenntniss der kryptogamischen Gewächse ist neueren Datums. Caspar Bauhin, der zu Anfang des siebzehnten Jahrhunderts in Basel Professor war, kannte die Flechten noch nicht einmal als eigenartige Gewächse. Er führt zwar in seinem »Pinax theatri botanici« dreizehn verschiedene Arten auf, aber nur unter der herkömmlichen Benennung »Muscus« zwischen Laubmoosen und Lebermoosen, zu denen sie jedenfalls nicht gehören. Spätere Autoren, die jedoch grösstentheils dem folgenden Jahrhundert angehören, vereinigten die Flechten in eine besondere Gruppe, sammelten und beschrieben zahlreiche neue Formen und brachten dieselben in ein wohlgeordnetes, auf den Bau der Früchte und die Formen des Thalloms gegründetes System. Die Lichenologie tritt hiemit in ein neues Stadium. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts begegnen wir bereits einer ausgedehnten Literatur, in welcher die Forschungen zahlreicher und darunter sehr hervorragender Beobachter niedergelegt sind. Die Gesammtzahl der beschriebenen Arten steigt allmählig auf 100, beträgt um 1730 circa 125 und erreicht um 1780 die Ziffer 225 [1]). Die systematische Stellung, die wir den Flechten angewiesen sehen, zeigt dabei mancherlei Schwankungen; sie wandern von Klasse zu Klasse, ohne eine bleibende Stätte zu finden. Bald figuriren sie in der Abtheilung der Moose, wozu Manche auch einzelne Algen und selbst Gefässkryptogamen gerechnet haben, bald als Uebergangsglieder zwischen Pilzen und Algen, bald endlich mitten in der Abtheilung der Pilze. Eine tiefer gehende Begründung dieser verschiedenen Stellungen, die natürlich nur auf anatomische Merkmale hätte basirt werden können, ist indess nirgends gegeben; es fehlte damals noch an guten Mikroskopen und noch mehr an Männern, die sie zu benutzen verstanden. So kam es, dass selbst der botanische Höhepunkt des Jahrhunderts, die Linnéische Glanzperiode vorüber ging, ehe der Grundstein zu einer genauern anatomischen Kenntniss der Flechten gelegt werden konnte.

Wir treten in's 19. Jahrhundert ein. Gleich am Anfang desselben fand die Lichenologie einen ausgezeichneten Bearbeiter in dem schwedischen Naturforscher Eric Acharius, welcher sich unstreitig grosse Verdienste um diesen Zweig der botanischen Wissenschaft, speziell in systematischer Richtung, erwarb. Ihm folgten Andere (Sprengel, Eschweiler, Fée etc.), welche theils an der Verbesserung des Systems arbeiteten, theils auch neue Beobachtungen über den innern Bau des Thallus und der Apothecien anstellten. Die mikroskopische Forschung lenkte um diese Zeit (etwa um 1820) bereits in jene strengere Richtung ein, welche späterhin zu einer vollständigen Umwälzung auf systematischem Gebiete führte. Aber trotz der mancherlei Fortschritte, die wir Acharius und seinen Nachfolgern bis auf Wallroth zu verdanken haben, ist es doch mehr als zweifelhaft, ob dieselben auch die grünen Zellen kannten, welche den Ge-

[1]) Diese Ziffern nach A. v. Krempelhuber, Geschichte und Litteratur der Lichenologie. München 1867.

genstand der vorliegenden Arbeit bilden. Sie erwähnen zwar die grüne Färbung, welche gewisse Partieen des Thallus durch Anhäufung der genannten Zellen erlangen; allein sie schreiben dieselbe nicht bestimmten Formelementen, sondern der Lagersubstanz im Allgemeinen zu, und Einzelne halten es sogar für wahrscheinlich, dass die Färbung, ähnlich wie bei manchen Schwämmen, erst beim Zerreissen des Gewebes hervortrete, folglich eine Wirkung der atmosphärischen Luft sei. So z. B. Eschweiler und Nees von Esenbeck. Mir scheint daher Wallroth im Recht zu sein, wenn er die Entdeckung der grünen Zellen als besonderer Organe sich selbst vindicirt und sowohl die »Gongyli« des Acharius als die damit gleichbedeutenden »Propagines« Gärtner's für anatomisch unbestimmte oder doch nicht scharf genug »von dem heteromerischen Antheil abgesonderte« Begriffe erklärte.[1])

Wallroth gibt nun von den grünen Zellen des Flechtenlagers, die er als Brutzellen bezeichnet, folgende etwas schwerfällige Definition.[2]) Unter Brutzelle (gonidium), so heisst es an der angeführten Stelle, verstehen wir in der Nomenclatur der Flechten: organisch vorbereitete, anaphroditische Reproductions-Organe, oder äusserst kleine, kugelzellenartig geformte, mit organisirbarem Schleim erfüllte und mit dem Vermögen ihres gleichen oder auch andere, zur eigenen Um- und Ausbildung nöthige Theilchen, aus der Fülle einer eigenen, in ihr ruhenden Individualität abzustossen und typisch zu verwenden begabte, bald goldgelb und zwar wandelbar, bald grün und zwar haltbar gefärbte, lichtscheue, dicht oder locker eingeschichtete oder spärlich eingestreute, durch eine Lostrennung vom Mutterkörper in der günstigen Entfaltungs-Vorbereitung sich schleunigst und zwar bei der mehrschichtigen Entwickelung heteromerisch-blastetisch, bei der einschichtigen homöomerisch-gonimisch überfügende, in der ungünstigen Vorbereitung sich im Zweck auf immer vereitelnde, dem Flechtenlager eigenthümliche Behälter.[3])

In diesen Worten ist die ganze Lehre Wallroth's über das Wesen, die Entwicklung und Bedeutung der Brutzellen in nuce enthalten. Die etwas absonderliche Terminologie erschwert indess das volle Verständniss derselben selbst für den Fachmann so sehr, dass der Leser mir gerne gestatten wird, sie an der Hand der weitern Ausführungen Wallroth's zu interpretiren.

Die Brutzellen, welche hier zum ersten Mal als mit grünem Schleim erfüllte, kugelige

---

[1]) Gärtner (de fructibus I, pag. XV) spricht nämlich bloss von »propagines pulverulentæ, quæ ex ipsa adultarum plantarum superficie pullulant et primarium ac omnibus commune constituunt propagationis organon«. Offenbar sind damit die Soredien gemeint, die aber nicht bloss aus grünen Zellen, sondern ausserdem noch aus Fasern bestehen, welche jene umschliessen. In gleichem Sinne sind die Ausdrücke Gongyli, Keimpulver etc. zu deuten.

[2]) Wallroth, Naturgeschichte der Flechten (1825), I, pag. 46.

[3]) Im Anschlusse an diese Definition sagt Wallroth wörtlich: Diess ist die erste richtige Erklärung eines ausgezeichneten, bedeutungsvollen, aber, wie wir bereits erwiesen, leider von allen Autoren bald übersehenen, bald verkannten Theils, welchem wir getrost, wenn auch gegen die Behauptungen aller Autoren, das Prädicat eines Organs zu Theil werden lassen etc.

Behälter (Zellen) definirt werden, sind ohne allen Zweifel die nämlichen Gebilde, welche man heute noch als Gonidien zu bezeichnen pflegt; es sind die grünen Zellen, welche nach meiner oben skizzirten Auffassung als eigenartige, aber von Pilzen überwucherte Algen zu betrachten sind. Diese Zellen hielt Wallroth für besondere Organe der Flechten und zwar für ungeschlechtliche (anaphroditische) Fortpflanzungsorgane. Sie sollen, seiner Ansicht zufolge, durch »Lostrennung vom Mutterkörper« frei werden und bei »günstiger Entfaltungs-Vorbereitung sich schleunigst« zu neuen Pflanzen entwickeln. Diese Entwicklungsfähigkeit beruht auf «dem Vermögen, ihres gleichen oder auch andere zur eigenen Um- und Ausbildung nöthige Theilchen» (d. h. Zellen) hervorzubringen, sie gleichsam »aus der Fülle der eigenen Individualität abzustossen und typisch zu verwenden.« Nach der jetzt üblichen Ausdrucksweise hätten wir es also mit einer etwa auf Theilung beruhenden Zellbildung zu thun, verbunden mit verschiedenartiger Differenzirung der Theilzellen: die einen erben die Eigenschaften der grünen Gonidien, die andern sind davon verschieden.

Die typische Entwicklung der Brutzellen oder die Morphosis, so lehrt Wallroth weiter, ist nun entweder eine »heteromerisch-blastetische«, d. h. sie führt zur Bildung eines mehrschichtigen, aus Rinde, Mark und Gonidienzone zusammengesetzten Thallus; oder sie ist eine »homöomerisch-gonimische«, d. h. sie bedingt ein durch und durch gleichartiges Gewebe, wie bei den rindenlosen Collemen.

Die Brutzellen können nun aber auch »in ungünstiger Entfaltungsvorbereitung« frei werden. Sie sind alsdann unfähig, die besprochene Entwicklung einzuleiten und bilden eine »im Zweck auf immer vereitelte gonimische Fehlgeburt.« Solche Fehlgeburten kommen in der Natur sehr häufig vor, allerdings fast nur an etwas feuchten, für die normale Entwicklung ungünstigen Standorten. Sie bilden die grünen Anflüge an feuchten Mauern, an der Basis der Baumstämme, in feuchten Steingrotten etc. »Ganze Reihen zur laubigen Beschattung gepflanzter und veralteter Lindenbäume, sie sind oft genug allenthalben gonimisch überkleidet« (vgl. Wallroth l. c. pag. 295 u. ff.).

Im Verhalten der durch Fehlgeburt frei gewordenen Brutzellen unterscheidet Wallroth zwei Abstufungen, nämlich die hologonimische und die mesogonimische Fehlgeburt. Bei der erstern bleiben die kugelförmigen grünen Zellen peripherisch unverändert, d. h. sie besitzen zeitlebens eine einfache Membran; es sind das nach meiner jetzigen Auffassung einfach frei lebende einzellige Algen. Bei der letztern dagegen bleibt die vereinzelte »Vollbrut« nicht auf dieser Stufe stehen, sondern versucht es auch in diesem »auf immer vereitelten Zustande, wenigstens ein Streben zur Einhüllung seiner Nacktheit zu verrathen und im Besitz desselben der Vergänglichkeit ebenso wie der Zwecklosigkeit entgegen zu träumen.« Sie umgibt sich zu diesem Behufe »mit einer zarten Umschleierung«, wird dabei doppelt grösser und nimmt eine weniger lebhaft grüne Färbung an. »Mit diesem einzigen Akt der peripherischen Gerinnung ist

die Morphosis dieser mesogonimischen Fehlgeburt abgeschlossen, und nur eine rückgängige Metamorphosis kann dadurch eine Veränderung hervorbringen, dass die nach Trennung strebende Brutzelle die zarte Umschleierung abwirft und sich wiederum in Gestalt eines lebhaft gefärbten hologonimischen Staubhäufchens ausschüttet.« (Wallroth l. c. pag. 322.)

Wallroth spricht hier von den sogenannten Soredien, d. h. von der pulverähnlichen Masse, welche bei vielen Flechten aus dem Innern des Thallus hervorbricht, um sich in staubartig feinen Theilchen durch die Luft zu verbreiten. Diese Soredien bestehen, wie ich in meinen »Untersuchungen über den Flechtenthallus« gezeigt habe, theils aus grünen Zellen, theils aus farblosen (Pilz-) Fasern, die sie umspinnen; jede grüne Zelle besitzt ihre Faserhülle, das ist eben die zarte »Umschleierung der mesogonimischen Fehlgeburten.« Wenn indess Wallroth die Sache so darstellt, als ob diese Faserhülle erst im freien Zustande entstünde, sei es nun durch »peripherische Gerinnung« oder auf andere Weise, so beruht das auf einer blossen Vorstellung, für die wir vergebens nach thatsächlichen Belegen suchen. Richtig ist nur, dass die einzelnen Körnchen der Soredien sich nach der Lostrennung auf günstiger Unterlage vermehren, indem die grünen Zellen sich theilen, indess die ursprünglichen, schon im Innern der Mutterpflanze vorhandenen Hüllen die Theilzellen mit neugebildeten Faserästen umspinnen; nur insofern kann von Bildung neuer Hüllen im freien Zustande die Rede sein.

Die Ideen Wallroth's fanden sowohl bei seinen Zeitgenossen, als auch bei spätern Autoren eine günstige Aufnahme. Wir begegnen ihnen wieder in der von Elias Fries bearbeiteten Lichenographia europæa reformata, die 1831 erschien. Fries spricht sich in einigen Punkten noch bestimmter aus als Wallroth. Er betrachtet die Gonidien einerseits als die den Blättern höherer Pflanzen entsprechenden Ernährungsorgane der Flechten (gonidia nutrimentum präparant et assimilant), andererseits als ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane, welche sich oft schon auf der Mutterpflanze, häufiger aber getrennt von derselben zu neuen Individuen entwickeln (gonidia sæpe in ipso thallo in nova foliola facile explicantur... sed etiam gonidia a matrice discreta in nova individua excrescere certissimum est. § 19 der Einleitung). In Uebereinstimmung damit schreibt Fries das reproductive Vermögen der Soredien, die er als ein Gemenge von Fasergewebe und grünen Zellen (lepra immixtis gonidiis) bezeichnet, einzig und allein den Gonidien zu. Selbst die Entstehung neuer Thallusanfänge auf dem Hypothallus erklärt sich nach ihm nur durch die Annahme einer vorausgehenden Gonidienbildung (hypothalli vis individua propagandi non deneganda; continet enim gonidia in potestate, § 20).

Zu den nämlichen Anschauungen bekennt sich im Wesentlichen auch Körber in seiner 1839 erschienenen Abhandlung »de gonidiis Lichenum«, sowie in seinen »Bemerkungen über individuelle Fortpflanzung der Flechten« in Flora 1841. Ich hebe namentlich hervor, dass er die Entwicklung der Thallusanfänge aus Soredien ebenfalls ausschliesslich auf Wachsthumsprocesse

der Gonidien zurückführt, indem er letztere in farblose Zellen auswachsen und dadurch die Anlage der Rinden- und Markschicht bilden lässt. Das Körber'sche Soredium ist überhaupt nichts anderes, als eine durch Theilung eines primären Gonidiums gebildete Theilzellengruppe (Flora 1841, pag. 9 und 30). In diesem »untergeordneten Elementarzustande« können die auf fremdem Substrat angeflogenen Soredien Jahre lang verharren und »höchstens in ihrer gleichartigen Masse sich vermehren« (l. c. pag. 26, 27).

Wie man aus dem Vorhergehenden ersieht, haben sich Fries und Körber in allen Hauptpunkten der Lehre Wallroth's angeschlossen. Ich füge hinzu, dass auch die meisten jüngern Forscher derselben beigetreten sind, so dass sie bis auf die neueste Zeit die herrschende blieb. Eine scheinbar entgegengesetzte Ansicht, die aber bei näherer Betrachtung in den wichtigsten Punkten mit der Wallroth'schen übereinstimmt, fand wenig Anhänger; ich meine die Ansicht, dass die Flechten aus niedern, einzelligen Algen entstehen. Diese Ansicht vertritt namentlich Kützing (Linnæa 1833); er führt indess keine andern Gründe dafür an, als die Uebereinstimmung einzelner Flechtengonidien mit Protococcus viridis und ähnlichen Algen. Offenbar beobachtete Kützing die nämlichen grünen Anflüge, wie die oben genannten Forscher, und stellte sich auch die weitere Entwicklung derselben zu Flechten in wesentlich gleicher Weise vor; seine Auffassung differirt also nur bezüglich der Deutung der grünen Zellen. Fries und Körber halten dieselben mit Wallroth für frei gewordene Gonidien, d. h. für Theile von Flechten; Kützing hält sie für Algen.

Wir gelangen jetzt zu den Streitfragen der Gegenwart, und ich könnte hier, wenn ich einem bloss fachwissenschaftlichen Publikum gegenüber stände, meine Darlegung abbrechen, da jene Streitfragen bekannt sind. Für weitere Kreise, wie ich sie voraussetze, mag indessen eine kurze Beleuchtung der neuesten Ansichten nicht nur wünschenswerth, sondern sogar von hervorragendem Interesse sein.

Ich hebe zunächst die Thatsache hervor, dass die neuesten Beobachtungen bei einer ansehnlichen Zahl von Flechtengattungen die Identität der Gonidien mit frei vegetirenden grünen Zellen oder Zellfäden, welche von den Autoren als Algen beschrieben werden, über jeden Zweifel erhoben haben. Es gilt diess nicht bloss für die oft besprochenen Gallertflechten mit ihren Nostocschnüren, sondern namentlich auch für einige der verbreitetsten strauch- und laubartigen Flechten, so z. B. für Usnea, Cetraria, Parmelia, Imbricaria etc.; es ist sicher, dass die grossen gelbgrünen Gonidien dieser Flechten und der unter den Algen aufgezählte Cystococcus humicola Näg. identische Dinge sind. In diesem Punkt stimmen meine eigenen Beobachtungen (vom Winter 1866/67) mit denen Famintzin's und Baranetzky's, welche den Gegenstand ungefähr gleichzeitig und jedenfalls unabhängig von mir untersuchten, vollständig überein. Den eben genannten Beobachtern gelang es sogar, an frei präparirten und in feuchter Atmosphäre

cultivirten Gonidien die Bildung von Schwärmsporen zu beobachten, wie sie für Cystococcus characteristisch sind.[1]) Etwas später wiesen Itzigsohn und Baranetzky, ebenfalls unabhängig von einander, in ähnlicher Weise die Identität der blaugrünen Peltigeragonidien mit der als Polycoccus beschriebenen Alge nach, und ich selbst habe in neuerer Zeit an einer grössern Zahl von Algen und Flechten vergleichende Beobachtungen gemacht, die zu analogen Ergebnissen führten. Bis dahin also herrscht vollständige Uebereinstimmung.

In der Deutung der Gonidien dagegen und in der damit zusammenhängenden Auffassung der ganzen Entwicklungsweise der Flechten gehen die Ansichten auseinander. Famintzin und Baranetzky bekennen sich zur Wallroth'schen Lehre, wonach die Gonidien Organe der Flechten sind, die sich hie und da von der Mutterpflanze ablösen und dann unter ungünstigen Verhältnissen ein algenähnliches Dasein fristen. Die oben genannten Algen (Cystococcus, Polycoccus etc.) würden hienach aus der Liste der selbständigen Pflanzen zu streichen sein.

Mit dieser Auffassung schienen mir einige schon früher bekannte Thatsachen, die ich am Schlusse noch besonders besprechen werde, im Widerspruch zu stehen. Verschiedene neuere Beobachtungen gaben mir vollends die Ueberzeugung, dass die Sache sich anders verhält; sie führten mich zu der Ansicht, die ich Eingangs dargelegt habe. Die Flechtengonidien sind hienach selbständige Organismen, einzellige und Fadenalgen, die aber im Flechtenthallus als dienstbare Nährpflanzen eines parasitischen Pilzes vegetiren. Diese Ansicht durch entscheidende anatomische und entwicklungsgeschichtliche Thatsachen zu begründen, das ist die Aufgabe, die ich mir für die vorliegende Arbeit gestellt hatte.

[1]) Vgl. die Originalmittheilungen der genannten Beobachter in den Mémoires de l'Acad. impér. des sc. de St. Pétersbourg. VII. série, Tome XI, Nr. 9.

Die gonidienbildenden Algentypen.

Erste Reihe.

Algen mit blaugrünem Inhalt.

(Nostochinae Näg.)

Erster Typus: Sirosiphoneen.

Unter den blaugrünen Fadenalgen, welche einen ausgesprochenen Gegensatz zwischen Scheitel und Basis darbieten, stehen die wenigen hieher gehörigen Pflanzen oben an. Sie sind ausgezeichnet durch eine ächte Zweigbildung, die (ähnlich wie bei den Confervaceen) durch Auswachsen der Gliederzellen oder der peripherischen Theilzellen bedingt wird, — in ihren höheren Repräsentanten überdiess durch ein ansehnliches Dickenwachsthum. Dabei verrathen sie schon durch die Entwicklung von Grenzzellen eine unverkennbare Verwandtschaft zunächst zu den Scytonemeen und Rivularieen, mit denen sie das Scheitelwachsthum gemein haben, sodann ferner zu den Nostocaceen, welche ihrerseits durch den Mangel einer Scheitelzelle den Uebergang zu den Oscillarien bilden.

Entsprechend dieser höheren Organisation behaupten die Sirosiphoneen auch in ihrer Eigenschaft als Flechtengonidien eine grössere Selbständigkeit als ihre oben genannten Verwandten. Sie sind die einzigen, die in der Verbindung mit dem schmarotzenden Pilze, wenigstens in den jüngern Theilen des Lagers, ein normales Längenwachsthum — Scheitelzelle und Gliederzellen — besitzen, die sich namentlich auch in gewohnter Weise verzweigen und folglich den ganzen Aufbau des Flechtenlagers vollständig beherrschen. Nur in einem Falle, der übrigens noch der Bestätigung bedarf, nämlich bei Polychidium muscicolum, sehen wir ausnahmsweise diese Selbständigkeit gänzlich vernichtet und demgemäss die Gestaltung des Lagers, wie bei den meisten übrigen Flechten, dem Pilze übertragen.

Die Bildung der Grenzzellen tritt im ältern Thallus schon im freien Zustande immer mehr zurück, d. h. die Zahl solcher Zellen, die beispielsweise 1000 grünen Zellen entspricht, nimmt mit zunehmender Dicke ab. Im Gonidienzustande scheinen die Grenzzellen noch seltener zu werden und in älteren Geweben meist vollständig zu fehlen.

Als hieher gehörige Flechten sind nach den bisherigen Untersuchungen folgende zu bezeichnen.

Ephebe. Spilonema.[1])

Dass das Gonidiensystem der hier zusammengestellten Flechtengattungen mit der als Sirosiphon beschriebenen Alge vollständig übereinstimmt, wurde bereits durch frühere Veröffentlichungen dargethan.[2]) Es kann sich hier nur noch um die Frage handeln, ob Sirosiphon in der That eine selbständige Alge sei, die bei oben genannten Flechten zur Nährpflanze eines Pilzes geworden, oder ob umgekehrt die Gonidien dieser Flechten selbsterzeugte Organe derselben seien, d. h. mit den Faserzellen in genetischer Beziehung stehen und erst nach Lostrennung von der Mutterpflanze als vermeintliche Algen fortvegetiren.

Gegen diese letztere Auffassung spricht zunächst die Thatsache, dass im entwickelten Thallus eine genetische Beziehung zwischen Faserzellen und Gonidien unmöglich bestehen kann. Denn der Stammbaum sämmtlicher Gonidien führt ja nothwendig auf die Scheitelzelle zurück, durch deren unbegrenzte Theilung fortwährend neue Gliederzellen entstehen, welche selbst wieder als Mutterzellen eben so vieler Gonidiengruppen zu betrachten sind. Die Annahme einer Neubildung von Gonidien durch Ausstülpung der Flechtenfasern hat demgemäss für den ganzen Aufbau des Thallus nicht einmal als Hypothese irgend welche Berechtigung; sie muss sich zurückflüchten auf die Bildung des ersten Gonidiums bei der Keimung der Spore, d. h. auf einen Vorgang, der bis jetzt noch bei keiner Flechte beobachtet ist und voraussichtlich nie wird beobachtet werden.

In zweiter Linie mag hier das Vorkommen von einzelnen Sirosiphonzweigen erwähnt werden, die selbst keine farblosen Fasern besitzen, indess der Stamm, von dem sie abgehen, und andere Zweige desselben das gewöhnliche Verhalten der entsprechenden Flechte zeigen. Solche Zweige beobachtete zuerst de Bary[3]) in einem Rasen von Ephebe pubescens; ich habe

[1]) Bezüglich der Gattung Gonionema Nyl., die ich hier absichtlich nicht erwähne, scheint Verwirrung zu herrschen. Das Nylander'sche Gonionema velutinum ist der Beschreibung zufolge ein überwuchertes Scytonema mit Biatorafrucht, folglich identisch mit der Itzigsohn'schen Ephebella. Dagegen war ein früher von mir untersuchtes Exemplar von G. velutinum Nyl., das mir Herr von Krempelhuber mitgetheilt hatte, durchweg ephebeartig, also ein übersponnener Sirosiphon. Ebenso verhielt sich ein Collema velutinum Ach. aus einer ältern Kryptogamensammlung. Neuerdings sandte mir Herr Arnold eine ähnlich aussehende Flechte mit der Aufschrift »Spilonema paradoxum B. (wahrscheinlich nach Nyl. in lit., keineswegs Ephebe). Augitporphyr bei Razzis in Südtyrol«. Dieselbe erwies sich als übersponnenes Scytonema (mit Spermogonien) und stimmte in den Dimensionsverhältnissen mit dem Nylander'schen Gonionema velutinum überein. — Es handelt sich demnach, auch wenn man bloss die Vegetationsorgane berücksichtigt, um mindestens zwei verschiedene, mikroskopisch leicht zu unterscheidende Dinge, deren richtige, d. h. den Regeln der Terminologie conforme Benennung ich indess gerne den Lichenologen überlasse.

[2]) Man vergleiche de Bary, Morphologie und Physiol. der Pilze und Flechten, pag. 268. — Schwendener, Untersuchungen über den Flechtenthallus, in Näg. Beiträge IV.

[3]) De Bary, l. c. pag. 291.

seitdem ähnliche Verhältnisse nicht bloss bei Ephebe, sondern auch bei Spilonema zu wiederholten Malen beobachtet. Bei letzterer Gattung kommt es überdiess häufig vor, dass die Fasern nur etwa bis zum sechsten oder zehnten Glied rückwärts von der Scheitelzelle hinaufreichen und dass ihre Zahl — die Queräste nicht gerechnet — oft bis zu sehr ansehnlichen Entfernungen von der Spitze nicht über drei bis fünf steigt. Eine merkliche Formveränderung hat in diesem Falle noch gar nicht stattgefunden; die Fasern sind so dünn und so spärlich, dass sie sich zur Alge etwa verhalten, wie einzelne junge Epheutriebe zu einem ältern Baumstamm, an dem sie emporklettern.

Endlich scheint mir auch die Thatsache von Bedeutung zu sein, dass im nämlichen Rasen unveränderte Sirosiphongruppen neben übersponnenen vorkommen. So fand ich z. B. bei Spilonema paradoxum, nachdem ich ein kleines Stück des Rasens mit der Nadel zergliedert hatte, mehrere der isolirten Büschel vollständig unverändert, d. h. ohne eine Spur von Hyphen, indess die grosse Mehrzahl dem gewöhnlichen Typus entsprach.

Alle diese Thatsachen lassen sich einfach und befriedigend erklären, wenn man annimmt, dass die besprochenen Faserzellen einem Pilze angehören, der die Sirosiphoncolonien in einem noch jugendlichen Stadium überfallen hat. Wie soll man sich aber, von der entgegengesetzten Annahme ausgehend, die Entstehung unveränderter Sirosiphonexemplare, sowohl einzelner Zweige als ganzer Gruppen denken? Die Vegetationsverhältnisse können doch unmöglich der Art sein, dass die in demselben Rasen vorkommenden Fasern an einem Punkte kräftig vegetiren, an einem andern dagegen, der vielleicht kaum um einen Millimeter von jenem absteht, gänzlich zurückgehalten werden.

Polychidium muscicolum.

Mit dem Gattungsnamen Polychidium bezeichnet Körber eine Flechte, welche von den älteren Autoren bis auf Schærer als Collema (Leptogium) und zwar in der Verwandtschaftsreihe von C. lacerum aufgeführt wurde. In der That stimmt der Thallus, obschon er äusserlich durch die cylindrische Form seiner Verzweigungen an Ephebe erinnert, in anatomischer Hinsicht mehr mit Leptogium überein. Er besitzt eine epidermisähnliche, meist nur aus einer einzigen Zellschicht bestehende Rinde, die sich auch über die Scheitelregion ohne Unterbrechung hinweg zieht. Die Rindenzellen messen in radialer Richtung durchschnittlich etwa 7 — 8 Mik., in tangentialer Richtung circa 6 Mik. Kleine Exemplare zeigen natürlich etwas geringere, sehr kräftig entwickelte, ausgewachsene Thalluspartieen etwas grössere Dimensionen. Hie und da beobachtet man einzelne Rindenzellen von gewöhnlicher Grösse, die durch tangentiale Wände getheilt sind; seltener ist die ganze Rinde zweischichtig. Es sind das alles Einzelheiten, die auch bei Leptogium vorkommen können.

Weiter geht indessen die Uebereinstimmung nicht. Sowohl das Markgewebe, als die darin

zerstreuten Gonidien zeigen eigenthümliche, merklich abweichende Verhältnisse. Das Mark ist durchgehends parenchymatisch und interstitienlos, aber nie in dem Grade gelatinös, dass die Faserzellen oder Gonidien in eine Pulpa eingebettet erschienen; man könnte es am ehesten mit dem Marke von Lichina vergleichen. Die einzelnen Zellen sind in der Richtung der Längsaxe gewöhnlich etwas gestreckt, beispielsweise 20 Mik. lang und 6 Mik. breit, die grössten auch bis 8 Mik. breit und entsprechend länger. Die Dicke der Wandungen zeigt so ziemlich dieselben Abstufungen, wie bei Lichina pygmæa.

Die Gonidien sind in jüngern Thalluszweigen über den ganzen Querschnitt des Markes zerstreut, finden sich dagegen in älteren und dickeren Partieen nur im peripherischen Theil desselben. Auch in diesem Punkte schliesst sich unsere Flechte an Lichina an. Die Gruppirung der Gonidien nähert sich einigermassen derjenigen der Racoblennaceen, ohne indess völlig damit übereinzustimmen. Dass keine nostocähnlichen Schnüre vorkommen, wie sie Leptogium besitzt, ergibt sich schon aus der abweichenden, rundlich-eckigen Form der einzelnen grünen Zellen, mit völliger Sicherheit aber namentlich bei genauerem Studium zarter Thallusdurchschnitte. Das Fehlen typischer Grenzzellen, die Vereinigung der Gonidien zu grösseren Gruppen, in denen nur stellenweise eine gewisse Neigung zur Kettenbildung hervortritt, daneben der Mangel an gemeinsamen, halbgelatinösen Hüllen, wie sie bei den Gonidiencomplexen von Peltigera, Pannaria u. a. vorkommen, — das alles sind Eigenthümlichkeiten, die ich in annähernd übereinstimmender Weise bis dahin nur bei den ephebeähnlichen Flechten beobachtet hatte und die mich daher veranlassten, mit gesteigerter Aufmerksamkeit allfälligen Beziehungen zwischen Sirosiphon und Polychidium nachzuspüren. Dass solche Beziehungen bestehen könnten, hielt ich namentlich auch desshalb für wahrscheinlich, weil Sirosiphon in zahlreichen Exemplaren, hie und da sogar in förmlichen Colonien zwischen den Polychidiumästen oder an bestimmten Stellen des ganzen Rasens zu finden war. Es herrschten in dieser Hinsicht ähnliche gesellschaftliche Verhältnisse, wie zwischen Spilonema und Sirosiphon.

An allmählige Uebergänge in der Anordnung der Gonidien, wie sie bei Ephebe vorkommen, war indess von vorne herein nicht zu denken; denn die Thallusspitzen zeigen, wie bereits erwähnt, bis zur Scheitelregion hinauf dasselbe Verhalten, wie die älteren Partieen, nur dass die Gonidien im jugendlichen Thallus über die ganze Markschicht zerstreut, später dagegen auf den peripherischen Theil derselben beschränkt sind. Sogar junge Thallusanlagen von kugeliger Form, die kleinsten, die man überhaupt beobachtet, besitzen bereits eine kleinzellig-parenchymatische Rinde, welche ein mit zahlreichen Gonidien erfülltes Mark umschliesst. Die Entwicklung des Thallus lässt sich hienach, wenn man von der Annahme einer Pilzwucherung ausgeht, von vorne herein nicht in der Art denken, dass vollständig ausgebildete Sirosiphonexemplare allmählig von den Fasern eines Pilzes übersponnen würden, weil sich hiebei nothwendig Uebergangsstadien bilden müssten; sie kann jedenfalls nur von jenen kleinen, rundlichen

Zellgruppen ausgehen, die man in Sirosiphoncolonien häufig genug findet und welche gewissermassen den Brutknospen anderer Kryptogamen entsprechen. Solche Zellgruppen besitzen im freien Zustande das Vermögen, an einem oder an mehreren Punkten der Oberfläche auszuwachsen und dadurch eben so viele neue Thallome zu bilden; entwickeln sich die letzteren nahezu gleichzeitig, so erhält die ganze Masse ein morgensternähnliches Aussehen. Wird dagegen eine solche Gruppe, wie ich annehme, von dem betreffenden Pilze überwuchert, so unterbleibt die Anlage normaler Thallomstrahlen; es erfolgt einfach eine lebhafte Vermehrung der Gonidien innerhalb der gebildeten Hülle und sodann die weitere Entwicklung zum Polychidium-Lager. Dabei ist aber immerhin der Fall denkbar, dass einzelne Thallomzweige bereits angelegt sind, wenn die Ueberwucherung beginnt, oder noch angelegt werden, bevor eine vollständige Hülle sich gebildet hat; es ist ferner möglich, dass solche Zweige, wenn auch nur ausnahmsweise, durch irgend welche günstigen Umstände vor Ueberwucherung geschützt sind und sich alsdann in normaler Weise weiter entwickeln.

Damit komme ich wieder auf das Gebiet der directen Beobachtung zurück. Ich glaube nämlich Sirosiphonzweige, die mit Polychidium in anatomischer Verbindung standen und die ich mir in der angedeuteten Weise entstanden denke, mit ziemlicher Sicherheit beobachtet zu haben, freilich bis jetzt nicht mehr als zwei Male, obschon ich Tage lang darnach suchte. Auch will ich nicht verhehlen, dass die Entscheidung der Frage, ob ein Sirosiphonthallus dem Polychidiumlager bloss aufsitzt (was natürlich viel häufiger vorkommt), oder aber anatomisch damit zusammenhängt, in manchen Fällen und selbst an ziemlich günstigen Präparaten keineswegs leicht ist. Selbst die zwei eben erwähnten Fälle, die ich für sicher halte, sind doch nicht der Art, dass ich zu behaupten wagte, eine Täuschung sei absolut unmöglich. Die Darstellung derselben auf Taf. I, Fig. 1 u. 2, mag zeigen, welcher Art die Anhaltspunkte sind, die meiner Auffassung zu Grunde liegen.

Figur 1 stellt einen Querschnitt durch den Polychidiumthallus und einen Längsschnitt durch einen damit verwachsenen Sirosiphonstamm dar. Der linke Rand der Berührungsstelle war sehr scharf und deutlich gezeichnet, ebenso die Mitte der Sirosiphonbasis; der rechte Rand dagegen war zu dünn und zum Theil wohl in Folge dessen zu undeutlich, um in unserer Frage irgend einen Ausschlag zu geben. Die mit *m* bezeichnete mittlere Zelle grenzte nach aussen an zwei schief über einander liegende grüne Sirosiphonzellen und griff nach innen über eine darunter liegende rundliche Rindenzelle hinüber. Letztere war anfänglich mit Luft gefüllt, also unversehrt; etwa nach einer halben Stunde war diese Luft vollständig vom Wasser absorbirt. Links von diesen beiden Zellen und durch eine Scheidewand von gewöhnlicher Dicke davon getrennt war eine etwas vorspringende Rindenzelle, die sich papillenartig in die Sirosiphonbasis hinein zuspitzte. Im Contour des spitzen Winkels, den der Sirosiphonstamm mit der Oberfläche von Polychidium bildete, war eine Unterbrechung oder irgend eine Abstufung nicht bemerkbar.

Ich füge noch hinzu, dass ich das Präparat einige Tage in Glycerin liegen liess und dasselbe zu wiederholten Malen und zwar allemal nach Zusatz von Wasser, wodurch die Umrisse deutlicher wurden, untersucht habe. Es war mir nicht möglich, irgend welche Veränderungen oder Zeichnungen zu entdecken, die gegen eine anatomische Verbindung hätten gedeutet werden können.

Der zweite beobachtete Fall (Fig. 2) war zwar bezüglich der Anordnung der Zellen an der Berührungsstelle schon wegen der grössern Dicke des Schnittes weniger günstig; dagegen sprang hier die Rindenschicht deutlich nach aussen gegen die Sirosiphonbasis hin vor, sie zeigte überdiess eine etwas abweichende Form und Anordnung der Zellen, und im Marke war ein vorherrschender Zug der Fasern nach der Berührungsstelle hin sehr augenfällig. Beim Zerreiben des Präparates löste sich der Sirosiphonthallus mit einem Stück Rinde vom übrigen Gewebe ab, und auch in diesem abgelösten Zustande schien mir der anatomische Zusammenhang zwischen Rinden- und Sirosiphonzellen ausser Zweifel zu sein.

Ich habe mir alle Mühe gegeben, die Zahl der entscheidenden oder doch verwerthbaren Beobachtungen zu vergrössern; aber die besten Stellen der mir zu Gebote stehenden Exemplare waren offenbar bereits geopfert, alle meine Bemühungen daher ohne Erfolg.

Schliesslich mag hier noch ein Umstand Erwähnung finden, den man auf den ersten Blick als Einwand gegen meine Auffassung geltend machen könnte: die Grössendifferenz zwischen den Gonidien von Polychidium und den normalen Sirosiphonzellen. Die Gonidien messen durchschnittlich kaum über 4 Mik. im Durchmesser; längliche Formen sind höchstens 6 Mik. lang und 4 Mik. breit, während die Sirosiphonzellen beinahe die doppelte Grösse erreichen. Diese Grössendifferenz bildet indess nur einen scheinbaren Widerspruch; denn auch bei Sirosiphon kommen in älteren Thallomen Zellen vor, die bedeutend kleiner sind, als die jüngern Gliederzellen. Man findet sogar abnorm entwickelte Aeste, Auswüchse u. dgl., deren Zellen genau die Grösse und auch die Lagerung der Gonidien zeigen. Ein solcher Auswuchs ist in Fig. 3 auf Taf. I dargestellt; er sitzt an einem ältern, zum Theil abgestorbenen Sirosiphonstamm, der auf der gegenüber liegenden Seite einen normalen Zweig trägt.

Es kommt überhaupt gerade bei den blaugrünen Fadenalgen häufig vor, dass die Grösse der Zellen durch raschere Theilung, veränderte Lebensbedingungen u. dgl. eine merkliche Veränderung erfährt.

Cephalodia Stereocaulorum.

Bei manchen Arten von Stereocaulon zeigen die Podetien bekanntlich verschieden gestaltete Auswüchse, sogenannte Cephalodien, über deren Bedeutung die Ansichten heute noch getheilt sind. Nylander, welcher dieselben zuerst genauer untersuchte, betrachtet sie als eigenthümliche Organe, »forte bulbillis comparanda«, und definirt sie folgendermassen: Cephalodia vera Stereocaulorum omnium granula gonima continent sub strato corticali tuberculose varie

protuberante, vel exhibent 1) systema corticale, 2) systema gonimon et 3) systema medullare, a partibus analogis thalli ceteri diversa (Ann. sc. nat., 4e série, XI, pag. 252, Anmerk.). Bezüglich der Verschiedenheit der Gonidien, die in den Cephalodien enthalten sind, unterscheidet Nylander drei Typen, denen er die Bedeutung spezifischer Merkmale zuschreibt, nämlich 1) stratum gonimon sirosiphonoideum, 2) stratum gonimon scytonemoideum und 3) stratum gonimon e nodulis gonimicis formatum. Verschiedene Nylander'sche Species, z. B. St. proximum, sind bloss auf die angeblich abweichenden Gonidienformen der Cephalodien gegründet.

Im Widerspruch mit dieser Ansicht zeigte Th. Fries in seinen »Beiträgen zur Kenntniss der sog. Cephalodien« (Flora 1868):

1) dass die drei genannten Gonidientypen nicht selten auf der nämlichen Pflanze neben einander vorkommen, folglich für die Trennung der Species nicht massgebend sein können;

2) dass die gonidia sirosiphonoidea auch frei auf der Oberfläche der Podetien vorkommen und hier »parasitische« Polster bilden, die mit Sirosiphon saxicola vollständig übereinstimmen;

3) dass demnach die Cephalodien wahrscheinlich nur krankhafte Bildungen seien, veranlasst durch unter der Rindenschicht lebende »parasitische« Algen.

Weiter glaubt Th. Fries gefunden zu haben, »dass die erwähnten Parasit-Algen eine ganze Entwicklungs-Serie durchgehen (der von Dr. H. Itzigsohn bei Hapalosiphon beobachteten sehr ähnlich), deren verschiedene Stadien bei demselben Exemplar bisweilen angetroffen werden«.

Itzigsohn (Bot. Ztg. 1868) erklärte sich mit dieser Auffassung unter Hinweisung auf seine früher veröffentlichten Untersuchungen über diesen Gegenstand (Nov. Act. Acad. Cæsar. Leopold. XXVI. P. 1) einverstanden. Aus der citirten Abhandlung geht indess nicht hervor, dass der Verfasser die wirklichen Cephalodien im Sinne Nylander's untersucht habe. Seine Objecte waren offenbar ganz normale Sirosiphonanflüge.

Was nun meine eigenen Beobachtungen an den vielbesprochenen Gebilden betrifft, so können dieselben in den wichtigsten Punkten — die angebliche Umwandlung der verschiedenen Typen in einander vor Allem abgerechnet — als Bestätigung der Fries'schen Angaben betrachtet werden. Die wichtigsten Ergebnisse, die ich erhielt, sind nach Beobachtungen an St. ramulosum Ach. (von der Insel Juan Fernandez) folgende:

1) Die drei Nylander'schen Gonidientypen sind drei verschiedene, nur wenig oder gar nicht veränderte Algen, nämlich Sirosiphon, Scytonema und eine Nostocacee mit verschlungenen, vielgliedrigen Ketten und deutlichen Grenzzellen. Von diesen drei Typen kommt hier natürlich bloss Sirosiphon in Betracht.

2) Die Cephalodien, in welchen Sirosiphon (oder eine der beiden andern Algen) als Gonidienbildner figurirt, sind vollständig umrindete Hervorragungen von verschiedener Gestalt:

cephal. globosa l. vario modo scrobiculato-foveolata et difformia, magna, podetiis l. ramulorum apicibus affixa (Th. Fries, Monographia Stereocaulorum et Pilophororum, p. 26).

Die Rinde ist interstitienlos, kleinzellig-fibrös und etwa 40 Mik. dick. Als Gonidien figuriren meist normal verzweigte Sirosiphon-Exemplare, bald nur locker umsponnen von äusserst feinen, meist kaum 2 Mik. dicken Hyphen, bald eingeschlossen in eine förmliche, oft sogar ziemlich dicke Faserhülle. Hie und da finden sich auch grössere, von Fasern durchflochtene Gonidiennester, welche sich indess durch die am Rande hervorsprossenden Astanlagen ebenfalls als Sirosiphon zu erkennen geben. Die Grösse der Zellen erleidet bei schwach umhüllten Individuen kaum eine Veränderung; stark umhüllte sind dagegen stellenweise merklich kleinzelliger als im normalen Zustande, jedoch nicht in dem Grade, wie bei Polychidium. Ueberhaupt gehen die Wachsthumsabweichungen nie so weit, dass die wahre Natur dieser Gonidien bei einiger Aufmerksamkeit nicht erkannt werden könnte.

Die Entwicklungsgeschichte der Cephalodien ist mir nicht bekannt. Ihre Entstehung lässt sich indess kaum anders denken, als dass die Sirosiphonkeime, wenn sie auf jugendlichen Thallomstrahlen aufliegen, hier eine locale Wucherung der peripherischen Fasern bedingen, welche späterhin — ähnlich wie bei Cladonia und bei den Krustenflechten mit sog. Protothallus — zu einer vollständigen Ueberwölbung und Umrindung führt. Characteristisch bleibt es aber doch für Stereocaulon, dass nicht bloss die typischen Gonidienbildner, sondern auch andere Algen aus verschiedenen Familien diesen Reiz auf das noch junge Gewebe auszuüben vermögen.

Zweiter Typus: Rivularieen.

Zwei Gründe veranlassen mich, die Rivularieen unmittelbar an die Sirosiphoneen anzuschliessen: 1) die Uebereinstimmung im Verhalten als Gonidien, indem auch die Rivularieen zum Theil ihre volle Selbständigkeit behaupten und innerhalb der vom Pilze gebildeten Hülle beinahe unverändert fortvegetiren; 2) die Thatsache, dass die hieher gehörigen Flechten den Ephebe-ähnlichen unstreitig näher verwandt sind als denjenigen, die ihr Gonidiensystem den Scytonemeen zu verdanken haben.

So weit geht indessen die Selbständigkeit der Rivularieen nicht, dass sie die Formbildung des Flechtenlagers zu beherrschen vermöchten oder auch nur wesentlich dabei betheiligt wären; sie beschränkt sich im günstigsten Falle auf die Beibehaltung der eigenen Form: auf die nahezu normale Ausbildung der Glieder- und Grenzzellen, auf die Verjüngung der Zellreihen nach der Spitze hin und die Entwicklung eines peitschenförmigen Fortsatzes. In andern Fällen treten zickzackförmige Verbiegungen ein, die Bildung eines spitz auslaufenden Scheitelendes unter-

bleibt, die Grenzzellen werden seltener oder fehlen vollständig. Diese Abweichungen von der gewöhnlichen Wachsthumsweise können in verschiedenen Abstufungen vorkommen; sie erreichen im Allgemeinen in berindeten Flechten einen höheren Grad als in unberindeten und gehen nicht selten so weit, dass die typische Form bis zur Unkenntlichkeit entstellt wird.

Hieher gehören die Lichina-artigen Flechten und einige Repräsentanten der Racoblennaceen, worüber ich nachstehend die speziellen Beobachtungen folgen lasse.

Thamnidium.

Unter dem Namen »Thamnidium Willeyi Tuckerm. in herb.« erhielt ich von Herrn Prof. Tuckermann in Anherst (Massachusetts) eine kleine strauchartige Flechte (Taf. I, Fig. 4), welche habituell der Lichina confinis nahe steht und auch in den anatomischen und carpologischen Merkmalen im Wesentlichen mit Lichina übereinstimmt. Der Thallus ist interstitienlos, mit bogenförmig nach aussen verlaufenden Zellreihen; Apothecien und Spermogonien sind auf die Enden verschiedener Zweige vertheilt und bilden hier kopfförmige Anschwellungen mit nach oben gerichtetem Ostiolum. Die Sporen sind einzellig, elliptisch oder durch gegenseitigen Druck viereckig-elliptisch; sie entstehen zu acht und in einer Reihe in dünnwandig-cylindrischen Schläuchen.

Unsere Pflanze gehört hienach unstreitig in die nächste Nähe von Lichina; meines Erachtens ist sie von den beiden bekannten Repräsentanten dieser Gattung nicht generisch verschieden. Die auffallende Aehnlichkeit derselben mit Lichina confinis war auch schon Herrn Prof. Tuckermann aufgefallen; er machte mich ausdrücklich darauf aufmerksam, hob aber zugleich und mit vollem Recht einige Eigenthümlichkeiten des innern Baues hervor, welche bei Lichina bis dahin nicht beobachtet worden waren, darunter namentlich das unten näher zu erörternde Verhalten der Gonidien. Den Namen Thamnidium, bemerkt Tuckermann schliesslich, habe er der Flechte nur provisorisch und mehr der bequemeren Besprechung zulieb (only for convenience of discussion) gegeben; die angedeuteten Anomalien seien erst näher zu untersuchen, um dem Pflänzchen eine bestimmte Stelle im System anweisen zu können.

Die mikroskopische Untersuchung dieses Pflänzchens ergab nun mit der grössten Bestimmtheit, dass wir es hier mit einer Flechte zu thun haben, bei welcher die Algennatur der Gonidien ausser Zweifel steht. Das ganze Gonidiensystem besteht nämlich vorzugsweise aus nahezu unveränderten Rivularieen, welche in den peripherischen Theil des Lichinathallus eingebettet sind und zum Theil sogar noch deutliche gelbbraune Scheiden und lange peitschenförmige Fortsätze besitzen, wie sie nur in der Rivularieengruppe, z. B. bei Mastigothrix und Amphithrix, vorkommen (Taf. I, Fig. 5 — 9). Hie und da finden sich auch längere, zickzackförmig verbogene Ketten, wie man sie auch bei Lichina pygmæa und confinis, sowie ferner bei Racoblenna, Lecothecium u. a. beobachtet (Fig. 10).

In diesen Worten ist das Hauptergebniss meiner Untersuchungen ausgesprochen; das Folgende ist nur die weitere Ausführung und Motivirung desselben.

Schon bei schwächerer Vergrösserung treten die wichtigeren Eigenthümlichkeiten des Baues deutlich hervor. Man hat nur nöthig, ganze Thallusenden unter das Mikroskop zu legen und allenfalls durch Kochen in Wasser oder in verdünnter Kalilösung eine schwache Quellung zu bewirken, um den ganzen Faserverlauf und das Verhalten der Gonidienketten mit einem Blick zu übersehen. Die Fasern beschreiben, ganz wie bei Lichina, mehr oder minder regelmässige Curven; sie gehen in der Mitte der Axe parallel und biegen von da nach oben und aussen ab, um die Oberfläche ungefähr rechtwinklig zu treffen. Zwischen denselben verlaufen in gleicher Richtung und meist ohne alle Verbiegungen die Rivularieenfäden, die dünnen Enden nach oben und aussen gerichtet, an der Basis durch farblose Dauerzellen abgegrenzt, hie und da noch in Gruppen, welche auf die bekannte Vermehrung der Fäden durch unächte Zweigbildung schliessen lassen.

Untersucht man eine grössere Zahl von Thalluszweigen, so findet man immer solche, bei denen die Rivularieenfäden noch deutliche Scheiden besitzen, die sogar nicht selten mehr oder weniger über die Oberfläche hervorragen. Einzelne Zweige erscheinen wegen der zahlreichen fadenförmigen Fortsätze, womit die Algenfäden ausgestattet sind und welche frei nach aussen vorstehen, wie behaart (Fig. 6). Zerreibt man solche Objecte mit einem starken Deckglas, so lösen sich zahlreiche Algenfäden mit und ohne peitschenförmige Verlängerungen aus ihrem Verbande mit dem Thallusgewebe los und schwimmen frei im Präparatwasser. Auf diese Weise isolirte Fäden sind in Fig. 7—9 dargestellt. Hie und da kann es auch vorkommen, dass einzelne der isolirten Fäden noch von ihren braungelben Scheiden umschlossen sind.

Längs- und Querschnitte durch den Thallus, welche nach dem Eintrocknenlassen des Objects in Gummi leicht zu erhalten sind, lassen bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen manche der besprochenen Verhältnisse, namentlich auch die Lagerung der Algenfäden, schärfer und sicherer erkennen, bieten jedoch im Allgemeinen wenig Neues von Belang. Einige Détails mögen hier noch Erwähnung finden. Der Thallus verhält sich ganz wie bei Lichina confinis. Das Gewebe ist interstitienlos, dickwandig-parenchymatisch; die Zellen in der Mitte höchstens zweimal so lang als breit, gegen die Peripherie hin kürzer. Die Algenfäden bleiben nur im peripherischen Theil des Thallus lebensthätig; ihre Fortsetzungen nach rückwärts, welche sich hie und da ziemlich tief in das Mark hineinziehen, sind abgestorben und nur noch an dem deutlich abweichenden Inhalt der Zellen und an den derbwandigen Grenzzellen erkennbar. Die Scheiden sind im innern Theil der Gonidienzone meist vollständig entfärbt und alsdann von den Membranen der Thallusfasern optisch nicht zu unterscheiden; nach der Peripherie hin treten indess ziemlich häufig gelbliche Färbungen auf, welche sich bis zu einem tiefen Gelbbraun, der voraussichtlich normalen Farbe der Scheide, steigern können. Solche Scheiden sind stets dünn-

wandig oder nur mässig verdickt, vorn in der Regel gerade abgeschnitten und stets ohne trompetenförmige Erweiterungen. (Vgl. 1, 5.)

Zickzackförmig verbogene Algenfäden, wie sie bei Lichina pygmæa u. a. vorkommen, finden sich hier nur in einzelnen dickeren Zweigen oder an dickern Stellen eines Zweiges, so z. B. in ziemlicher Ausbildung in dem thallodischen Excipulum der Apothecien; wo sie vorkommen, stimmen sie indess ganz mit den bekannten Gonidienketten der oben genannten Lichenen überein (Fig. 10). Hie und da beobachtet man auch zarte Thallusfasern, welche zwischen die beiden Schenkel einer Uförmigen Krümmung eingedrungen und dort mit einer Gliederzelle des Algenfadens verwachsen sind.

Was schliesslich den Unterschied zwischen »Thamnidium Willeyi« und Lichina confinis betrifft, so beruht derselbe vorzugsweise im abweichenden Verhalten der Gonidien. Dieser Umstand fällt jedoch bei der unzweifelhaften Algennatur der letztern nicht in's Gewicht. Ebensowenig kann der Mangel einer Rindenschicht, worauf mich Herr Tuckermann aufmerksam machte, als ein unterscheidendes Merkmal betrachtet werden; denn man beobachtet auch bei L. confinis, wie ich mich neuerdings überzeugte, häufig genug Zweige, an welchen die Gonidien bis zur Oberfläche gehen. Im innern Bau des Thallus überhaupt ist irgend ein erheblicher Unterschied nicht ausgesprochen. Da überdiess die carpologischen Merkmale in allen wesentlichen Punkten übereinstimmen, so ist selbst nach Massalongo-Körber'schen Principien kein Grund vorhanden, unsere Pflanze als Repräsentant eines neuen Genus zu betrachten. Die weitere Frage, ob sich dieselbe spezifisch von L. confinis scharf trennen lasse, mag hier unerörtert bleiben; ich überlasse die Entscheidung darüber den Lichenologen, denen ein grösseres Material zur Verfügung steht.

Lichina.

Dass die beiden bekannten Arten dieser Gattung, L. pygmæa und confinis, sich ihre Nährpflanzen ebenfalls aus der Gruppe der Rivularieen wählen, ist bei der nahen Verwandtschaft derselben zu dem eben besprochenen »Thamnidium« von vorne herein kaum zweifelhaft. Die Gonidienketten von L. confinis stimmen in der That so vollständig mit denen überein, die sich im Excipulum von Thamnidium bilden, dass man eine Verschiedenheit des Ursprungs nicht wohl annehmen kann. Andererseits bieten die stärkeren Exemplare von L. confinis mancherlei Uebergänge zu den im Allgemeinen etwas grössern Ketten von L. pygmæa.

Zu dieser Ansicht über den Ursprung der Lichinagonidien war ich übrigens schon gekommen, bevor ich Thamnidium kannte. Ich habe dieselbe bereits in der schweizerischen Naturforscherversammlung zu Rheinfelden (1867) ausgesprochen und eine darauf bezügliche Notiz auch in der Bot. Zeitg. (Jahrg. 1868, pag. 289) veröffentlicht. Diese Ansicht stützte sich zum Theil auf die bei Lecothecium und Racoblenna gemachten Beobachtungen, anderen Theils aber

auch auf die Thatsache, dass bei Lichina ähnliche Grenzzellen vorkommen, wie bei den eben genannten Gattungen, dazu auch plattgedrückte, abgestorbene Zellen mit weiss glänzendem Inhalt, wie man sie sonst nur bei Rivularieen und Scytonemeen beobachtet. Dass aber von diesen zwei Algengruppen nur die erstgenannte sich bei der Gonidienbildung betheilige, darüber war ich damals keineswegs sicher, und ich weiss auch heute noch keine andern Belege dafür anzuführen, als die bereits hervorgehobene Verwandtschaft mit Thamnidium, sowie ferner die Beobachtung, dass Lichina häufig in Gesellschaft von Rivularieen (aber nicht von Scytonemeen) vorkommt. Unter den Exemplaren, die ich in neuerer Zeit untersuchte, befanden sich solche, deren Gesammtmasse ungefähr zur Hälfte aus Rivularieen, d. h. aus einer in diese Gruppe gehörigen Species bestand, — immerhin ein Verhältniss, welches nach anderweitigen Beobachtungen nicht ganz ohne Bedeutung ist.

Racoblenna.

Die folgenden Beobachtungen datiren vom Januar 1867. Ich durchmusterte damals einige Packete des Nägeli'schen Algenherbariums und fand unter anderem auch mehrere Enveloppen mit der Aufschrift: »Schizosiphon parvulus und Scytonema helveticum. Am Rheinfall, auf Felsblöcken, die zeitweise von Wasser bespült werden.« In diesen Enveloppen befand sich eine halb pulverige, halb grobkörnige Masse, in welcher ich unter dem Mikroskop ausser den bezeichneten Algen zahlreiche Thallusanfänge einer offenbar krustenartigen Flechte entdeckte. Nach der stellenweis bläulichen Färbung der Rindenzellen und der damit verwachsenen Hypothallusfasern, sowie ferner nach der Form und Lagerung der Gonidien, und nach einigen andern anatomischen Anhaltspunkten glaube ich diese Gebilde als jugendliche Stadien von Racoblenna bezeichnen zu dürfen; sicher ist jedenfalls, dass es eine Flechte aus der kleinen Gruppe der Racoblennaceen war.

Bei der Behandlung solcher Thallusschüppchen mit Schulze'scher Flüssigkeit lössten sich einzelne Gonidienkomplexe in vielgliedrige, verschlungene Ketten auf; an andern beobachtete ich den Uebergang solcher Convolute in geradlinige, nach aussen vorstehende Zellreihen, die bald in etwas verstümmelte, bald in nahezu unveränderte Rivularieen-Scheiden eingeschlossen waren (Taf. II, Fig. 1—3). Daneben fanden sich Algenfäden mit typischen Grenzzellen — ob Rivularieen oder Scytonemeen, liess sich oft nicht entscheiden — theilweise noch zu zweien in der Art verbunden, wie es die unächte Zweigbildung mit sich bringt (II, 16), aber bereits von einzelnen Pilzfäden umsponnen, stellenweise sogar schwach zickzackförmig verbogen, andere isolirt mit keulenförmig angeschwollenen Scheiden, am dickern Ende bereits vollständig in ein kleinzellig-parenchymatisches Flechtengewebe umgewandelt, am dünnern noch nahezu unverändert (Taf. I, Fig. 12—18). Kurz, ich beobachtete innerhalb weniger Tage alle möglichen Abstufungen zwischen den genannten Algen und dem körnig-kleinschuppigen Thallus der fraglichen

Racoblennacee, und zwar in einer solchen Fülle einzelner Fälle, dass die Vollständigkeit des Materials und die Sicherheit der Beobachtung in dieser Beziehung nichts zu wünschen übrig lassen. Nur in einem Punkte war es mir nicht möglich, vollständige Sicherheit zu erlangen, nämlich mit Rücksicht auf die Frage, ob nicht auch Scytonemeen neben Rivularieen (oder vielleicht gar nur die erstern) das Gonidiensystem unserer Flechte bilden helfen; ja ich möchte nicht einmal behaupten, dass der in Fig. 1 auf Taf. II dargestellte Fall, obgleich er mir schon wegen der trompetenförmigen Erweiterung der Scheide, namentlich aber durch die Zuspitzung der grünen Zellreihe für die Rivularieen zu sprechen scheint, auch nur als einzelner Beleg vollkommen sicher sei. In dieser Richtung bedürfen also meine Beobachtungen noch der Vervollständigung.

Die Figuren (I, 11—18; II, 1—3), welche die im Vorhergehenden besprochenen Uebergangsstadien veranschaulichen, sind in der Hauptsache ohne Weiteres verständlich; dessenungeachtet glaube ich einige Bemerkungen hier noch beifügen zu sollen, um einzelne spezielle Punkte besonders hervorzuheben.

Die auf Taf. I, Fig. 11 dargestellte Gonidienkette befand sich im Innern einer durchweg parenchymatischen Thallusschuppe; die unterste Zelle der Kette war plattgedrückt, etwas gebogen, mit weiss glänzendem Inhalt. Kürzere Ketten mit ähnlichen (oder auch mit drei- oder viereckigen) Grenzzellen habe ich öfter beobachtet, darunter auch ganz geradlinige mit 8—10 Gliedern.

Die folgenden Figuren (12—18) lassen über die Natur der dargestellten Objecte keinen Zweifel. Man bemerkt, wie die in die Scheiden eingedrungenen Pilzfäden, wahrscheinlich bloss durch die rein mechanische Fixation bestimmter Zellen, zunächst bloss kleine Verbiegungen der Fäden bedingen. In späteren Stadien (Fig. 18 und Taf. II, Fig. 1) erscheint dagegen die Lagerung der grünen Zellen wesentlich verändert und die ganze Scheide stellenweise in ein kleinzelliges Parenchym verwandelt.

In Fig. 2 und 3 auf Taf. II sind die zickzackförmigen Verbiegungen dargestellt, wie sie in etwas vorgerückteren Stadien der Thallusbildung zu Stande kommen. An solchen Thallusanfängen, die oft unregelmässig gelappte Krusten von ansehnlicher Ausdehnung bilden, beobachtet man nicht selten kleinere und grössere Scheidenstücke, welche da und dort nach aussen hervorragen und meist noch ein unverändertes Stück des grünen Fadens einschliessen. Es scheinen hienach oft ganze Colonien von Rivularieen vom Pilze überwuchert zu werden und sich dann gemeinsam weiter zu entwickeln.

Dritter Typus: Scytonemeen.

Dass sich die Scytonemeen im Gonidienzustande und beim Uebergange in denselben — sofern hiebei wesentliche Veränderungen stattfinden — nicht mit Sicherheit von den Rivularieen unterscheiden lassen, vielmehr in allen der Beobachtung zugänglichen Punkten mit denselben übereinstimmen, bedarf nach dem Vorhergehenden keiner weitern Erörterung. Selbst die ersten Uebergangsstadien können ein sicheres Unterscheidungsmerkmal nur dann darbieten, wenn die Scheitelenden der Algenfäden noch normal fortvegetiren, — und solche Uebergänge scheinen nur äusserst selten vorzukommen.

Es gibt indess auch indirecte Anhaltspunkte, welche in dieser Frage entscheidend sein können. Wenn z. B., wie das bei den unten bezeichneten Flechten der Fall war, die an verschiedenen Orten gesammelten Exemplare darin übereinstimmen, dass sie nur in Gesellschaft von Scytonemeen, nicht von Rivularieen, sich vorfinden; wenn ferner die Grössenverhältnisse der Zellen, die Farbennuancen und Farbenreactionen der Scheiden genau dieselben sind, so kann die Zusammengehörigkeit der fraglichen Uebergangsformen und der noch unveränderten Scytonemeen um so weniger zweifelhaft sein, je characteristischer im gegebenen Falle die eben erwähnten Merkmale sind. Gestützt auf solche Merkmale halte ich sowohl bei Heppia als bei Porocyphus, namentlich aber bei der ersteren Gattung, die Scytonema-Natur der Gonidien für mehr als bloss wahrscheinlich.

Die Selbständigkeit der Scytonemeen geht beim Uebergange in den Gonidienzustand, soweit die bisherigen Beobachtungen hierüber ein Urtheil gestatten, in der Regel vollständig verloren. Sowohl das Scheitelwachsthum, als die Bildung von Grenzzellen unterbleibt; die hervorstechendsten Eigenthümlichkeiten der Membranen verschwinden im Innern des Thallus vollständig und bleiben nur in der Nähe der Oberfläche noch theilweise erhalten; man sucht überhaupt in den Gonidiencomplexen vergeblich nach all' den Merkmalen, welche in algologischen Werken als generische oder spezifische bezeichnet werden. Eine Ausnahme hievon machen nur Ephebella Hegetschweileri und die Cephalodien von Stereocaulon. Erstere weicht indess vom normalen Flechtentypus so weit ab, dass sie für die hier zu erörternden Fragen streng genommen gar nicht mehr in Betracht kommt; ebenso enthalten auch die letztern so gut wie unveränderte Scytonemeen und sind überdiess nicht als typische, sondern nur als zufällige Bildungen zu betrachten.

Heppia.

Von der einzigen hieher gehörigen Art, Heppia adglutinata, untersuchte ich schon im Frühjahr 1867 verschiedene Herbarienexemplare und Stücke von solchen, die ich vor Jahren in Gummi eingelegt hatte; sie brachten mich zum ersten Mal auf die Vermuthung, dass die auffallend grossen blaugrünen Gonidien dieser Flechte von einer Scytonemee herrühren möchten,

die sich da und dort zwischen den Thallusschüppchen vorfand und zuweilen sogar mit denselben verwachsen war. Deutliche Uebergangsstadien oder sonstige, einigermassen bestimmtere Anhaltspunkte fand ich übrigens damals nicht.

Im Sommer 1869 nahm ich diese Untersuchungen wieder auf; mein verehrter Freund, Herr Bezirksgerichtsrath Arnold in Eichstädt, hatte mir hiezu frisch gesammeltes Material aus dem fränkischen Jura zugesendet. Es befanden sich darunter zahlreiche kleinere Thallusschüppchen, offenbar jüngere Entwicklungsstadien der Flechte, die zum Voraus eine bessere Ausbeute versprachen, als die früher untersuchten; dazwischen aber auch eben so zahlreiche Exemplare der nämlichen Scytonemee, die ich schon früher als Begleiterin der Heppia-Individuen kennen gelernt hatte. Die genauere Durchmusterung dieses Materials lieferte in der That mancherlei Belege für die Eingangs erwähnte Vermuthung, darunter solche, die meines Erachtens für sich allein entscheidend sein würden; ich fasse dieselben in folgende Punkte zusammen.

1) Auf Durchschnitten durch den Thallus beobachtete ich wiederholt vier- bis sechsgliedrige, geradlinige oder schwach gebogene Gonidienketten mit Grenzzellen, wie sie nur bei Rivularieen und Scytonemeen vorkommen, zum Theil sogar in Formverhältnissen, welche mehr mit denjenigen kurzer Scytonemafäden, als mit den gewöhnlichen Gonidienformen übereinstimmen, dabei aber doch eingebettet in das für Heppia characteristische grosszellig-dünnwandige Parenchym (Taf. II, Fig. 4).

2) An kleineren Thallusschüppchen stehen zuweilen kurze Stücke von Scytonemascheiden nach aussen vor. Auf Durchschnitten, welche der Längsrichtung solcher Scheidenstücke parallel gehen, überzeugt man sich, dass sie sich nach innen fortsetzen, dabei ihre gelbbraune Färbung verlieren und sich allmählig erweiternd in parenchymatisches Gewebe übergehen (Fig. 5, die Scheiden durch Salzsäure grün gefärbt). Enthält das braungelbe Scheidenstück noch grüne Zellen, was übrigens selten der Fall ist, so stehen dieselben nach innen mit einer Gonidiengruppe oder mit einer verbogenen Gonidienreihe im Zusammenhang; häufiger noch sieht man längere Gonidienketten, die sich vorherrschend radial gegen ein solches Scheidenstück hinziehen, ohne sich in dasselbe hinein fortzusetzen. Die Dimensionen dieser Scheidenstücke stimmen mit denen der frei vorkommenden Scytonemascheiden (Fig. 9) überein.

3) Manche Thallusschüppchen zeigen an der Oberfläche eine rindenartige Lage zellenähnlicher, braungelber Gebilde (Fig. 8). Vergleicht man dieselben mit Durchschnitten durch unveränderte Scytonemaconvolute, so überzeugt man sich, dass es bloss quer und schief geschnittene Scheiden sind, welche diese eigenthümliche Epidermis bilden. Kocht man das Präparat in Salzsäure, so nehmen dieselben die characteristische spangrüne Färbung an, die man auch an den Scytonemascheiden (überhaupt an den gelb gefärbten Membranen verschiedener Algen) beobachtet. Setzt man Wasser zu, so tritt die ursprüngliche Färbung wieder hervor; Salzsäure bedingt zum zweiten Mal den nämlichen Farbenwechsel, u. s. f. Alle diese Verände-

rungen gehen bei den fraglichen Gebilden genau in derselben Weise, d. h. mit den nämlichen Abstufungen vor sich, wie an den unveränderten Algenmembranen.

4) Grössere Gonidiencomplexe, wie sie namentlich in der Umgebung der Apothecien häufig vorkommen, lösen sich im etwas gequollenen Zustande in verschiedenartig verbogene Reihen oder Doppelreihen auf, welche den bei Racoblenna erwähnten, deren Entstehung aus Rivularieen oder Scytonemeen unzweifelhaft ist, zum Verwechseln ähnlich sehen, nur dass die einzelnen grünen Zellen bei Heppia merklich grösser sind. In Figur 6—8 sind einige dieser Gruppirungen dargestellt.

5) Die unter 1) und 2) erwähnten Einlagerungen, sowie überhaupt die Gonidien im Allgemeinen, stimmen hinsichtlich der Dimensionsverhältnisse mit den frei vorkommenden Scytonemastücken überein. Letztere haben einen Durchmesser von 10—12 Mik. und besitzen in der Regel braungelbe, seltener farblose Scheiden. Verzweigte Fäden habe ich nur selten beobachtet; in Figur 9 ist ein solcher dargestellt. Welcher Gattung der Scytonemeen diese Fadenstücke angehören, vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben; die im Vorhergehenden gebrauchte Bezeichnung Scytonema ist also bloss eine Abkürzung für »Repräsentant der Scytonemeen.«

Porocyphus.

Von den beiden mir bekannt gewordenen Arten dieser Gattung, P. areolatus Kbr. und P. byssoides, habe ich bezüglich der Gonidienfrage nur die letztere genauer untersucht. Bei dieser ist es indessen vollkommen sicher, dass das Gonidiensystem aus umgewandelten Scytonemeen oder Rivularieen besteht; ich habe die mannigfaltigsten Uebergänge von den noch unveränderten Algenstücken mit braungelben Scheiden bis zu den normal ausgebildeten, interstitienlos-parenchymatischen Thallusschüppchen beobachtet. In Fig. 11 auf Taf. II ist beispielsweise eine kleine Gruppe von mehr oder minder durchwucherten (durch Salzsäure gefärbten) Scheiden dargestellt, welche an dem keulenförmig verdickten Ende bereits eine vollständig ausgebildete, kleinzellig-parenchymatische Rinde besitzen; die grössten dieser Verdickungen stimmen in jeder Beziehung mit gewöhnlichen Thallusschüppchen überein.

Was dagegen die weitere Frage betrifft, ob wirklich nur Scytonemeen sich bei der Gonidienbildung betheiligen, was ich mindestens für sehr wahrscheinlich halte, so kenne ich hiefür nur die oben erwähnten indirecten Belege. Porocyphus byssoides findet sich nämlich nur in Gesellschaft einer scytonemaartigen Alge mit braungelben (selten farblosen) Scheiden. Die längsten Fadenstücke, die ich beobachtete, waren 150—200 Mik. lang, dabei in der Regel einfach, selten verästelt (Fig. 12); alle hatten eine durchweg gleichmässige Dicke von 8—9 Mik., waren also um 2—3 Mik. dünner, als die Begleiter von Heppia. Die nämlichen Dimensionen besitzen auch die noch wenig oder gar nicht veränderten Scheidenstücke der Uebergangsstadien, und ebenso sind auch die Gonidien durchschnittlich etwas kleiner, als bei Heppia. Dazu kommt,

dass die in Rede stehenden Algenfäden nicht etwa bloss an besondern Stellen der Colonie, sondern eingestreut in die Gruppen der besprochenen Uebergangsgebilde sich vorfinden.

Bezüglich der zweiten Art, P. areolatus, beschränke ich mich auf die Mittheilung einer älteren Notiz (vom Juli 1866), wonach diese Flechte viele Aehnlichkeit mit kleinen Lichinaformen zeigt und wie diese blaugrüne Gonidiengruppen besitzt, die sich hie und da deutlich in zickzackförmige Ketten auflösen. Hienach ist es mir wahrscheinlich, dass das Gonidiensystem dieser Species ebenfalls von Scytonemeen (oder Rivularieen?) herrührt. Zu einer genaueren Prüfung der Frage fehlt mir leider gegenwärtig das nöthige Material.

Cephalodia Stereocaulorum.

Schon oben (pag. 17) wurde bemerkt, dass die sogenannten gonidia scytonemoidea, welche in manchen Cephalodien das stratum gonimon bilden, nichts anderes seien, als scytonemaartige Algen, welche offenbar zufällig auf die Oberfläche der Stereocaulonzweige geriethen und dann von den peripherischen Fasern derselben überwuchert und vollständig eingehüllt wurden. In der That können diese Gebilde kaum noch als Gonidien bezeichnet werden; es sind sozusagen unveränderte cylindrische Algenfäden, wie sie auch auf der Oberfläche der Podetien da und dort vorkommen, die dünnern etwa 5 — 6 Mik., die dickeren 8 — 9 Mik. dick, einzelne etwas knollige Formen auch dicker (z. B. 12 Mik.), dabei mit blaugrünem Inhalt, farblosen Scheiden und deutlichen Grenzzellen. Manche dieser Fäden sind vollständig frei, die meisten dagegen mehr oder weniger umsponnen, zuweilen sogar von einer förmlichen Hülle dicht umschlossen. Hie und da beobachtet man auch grössere, dichtfilzige Faserknäuel, in welchen kürzere, verschiedenartig verbogene Algenfäden in grösserer Anzahl eingebettet liegen.

Die zarten Hyphen, welche die Algenfäden umspinnen, dringen, wie mir scheint, nicht zwischen die Gliederzellen ein, so lange die letztern unversehrt sind; die dünnen Scheidewände würden eine Durchwachsung auch kaum gestatten. Stirbt dagegen eine Gliederzelle ab, so wird natürlich die betreffende Stelle durchdringbar. Immerhin ist die anatomische Beziehung zwischen Hyphen und grünen Zellen so innig, wie bei den gewöhnlichen Gonidien, die physiologische Bedeutung der Scytonemen folglich eine analoge.

Vierter Typus: Nostocaceen.

Ueber das Verhalten der Nostocaceen als Flechtengonidien kann ich mich kurz fassen: sie behalten so ziemlich alle ihre Eigenthümlichkeiten der Form und des Wachsthums, diejenigen natürlich ausgenommen, die sich auf die Beschaffenheit der ganzen Colonie beziehen. Am auffallendsten ist diese Uebereinstimmung bei den Collemaceen, deren Gonidien bekanntlich von

Nostoc gar nicht zu unterscheiden sind. Bezüglich der übrigen hieher gehörigen Fälle verweise ich auf die Besprechung der einzelnen Gattungen.

Wie sich zum Voraus erwarten lässt, gehen nur diejenigen Repräsentanten der Nostocaceen in Gonidien über, welche auf feuchter Erde, an benetzten Felsen u. dgl., überhaupt an Standorten leben, welche für die schmarotzenden Pilze zugänglich sind. Alle übrigen dagegen, welche einzeln oder in Colonien im Wasser schwimmen, wie z. B. sämmtliche Arten der Gattungen Anabaina, Spermosira, Sphærozyga, Chætococcus, sind gegen jede Ueberwucherung durch Pilze geschützt und können daher in der Gonidienfrage gar nicht in Betracht kommen. Als mögliche Gonidienbildner bleiben also nur noch die Gattungen Nostoc (inclusive Hormosiphon Ktz.) und Cylindrospermum, erstere mit zahlreichen, letztere mit 1 — 2 Arten. Ferner rechne ich dazu noch Polycoccus punctiformis, dem die Algologen unter den Chroococcaceen, wie man aus folgender Darlegung entnehmen wird, offenbar eine falsche Stellung angewiesen haben.

Dass die kleinen, rundlichen Zellen, welche den Inhalt von Polycoccus punctiformis bilden, nicht selten eine entschiedene Neigung zur Reihenbildung verrathen und sich beim Platzen der dünnwandigen Hülle in deutliche Ketten auflösen, ist eine längst bekannte und durch neuere Beobachtungen mehrfach bestätigte Thatsache [1]). Zum Ueberfluss sind auf Taf. III, Fig. 1 — 7 einige kleinere und grössere Colonien dargestellt, welche hierüber keinen Zweifel aufkommen lassen. Diesen Darstellungen, sowie zahlreichen anderweitigen Beobachtungen zufolge, ist es überdiess im höchsten Grade wahrscheinlich, dass der ganze Inhalt ursprünglich aus einer einzigen verschlungenen Kette besteht, die sich erst beim Zerreissen der Hülle (oder möglicher Weise auch schon vorher) in mehrere oder viele kleinere Ketten theilt. In diesem Punkte verhält sich also Polycoccus wie Nostoc. Dazu kommt nun aber noch die wichtige, von frühern Beobachtern übersehene Thatsache, dass jede Colonie mindestens eine oder zwei, oft sogar mehrere Grenzzellen besitzt, welche gewöhnlich an der Oberfläche liegen und alsdann dem äussern Contour der Hülle, ganz wie bei kleinen Nostoccolonien, etwas mehr genähert sind, als die übrigen Glieder der Kette (Fig. 1, 3, 7). Es ist das eine Eigenthümlichkeit, durch welche Polycoccus sich in die nächste Verwandtschaft von Nostoc stellt; er unterscheidet sich von diesem nur noch durch die häutige Beschaffenheit der Membranen und die etwas geringere Neigung zur Bildung von Grenzzellen.

Collema.

Da die vollständigste Uebereinstimmung der Nostocschnüre mit den Gonidienketten von Collema ausser Zweifel steht, so beschränke ich mich hier auf den Nachweis, dass Nostoc-

[1]) Vgl. Baranetzky, Beitrag zur Kenntniss des selbständigen Lebens der Flechtengonidien. Pringsheim's Jahrb. VII, pag. 1 (1869).

colonien durch das Eindringen von Pilzfasern und die weitern dadurch eingeleiteten Wachsthumserscheinungen in Collema verwandelt werden. Dieser Nachweis stützt sich zunächst auf Beobachtungen von 1867, deren Ergebnisse ich bereits in einer kurzen Notiz (Bot. Ztg. 1868, pag. 289) mitgetheilt habe. Ich untersuchte damals verschiedene kleinschuppige Pannarien und fand zwischen den Thallusindividuen (neben Polycoccus, Glœocapsa und einzelnen andern Algen) zahlreiche Nostoccolonien von verschiedener Grösse. Die einen derselben waren noch unverändert; bei andern kamen im gequollenen Zustande einzelne Fasern zum Vorschein, welche die Gallerte nach verschiedenen Richtungen durchsetzten; noch andere zeigten solche Fasern in so grosser Zahl, dass sie von einem jungen Collemathallus oder von einer Collemaprolification nicht mehr zu unterscheiden waren. Beim Drehen dieser mehr oder weniger umgewandelten Nostockugeln, deren Durchmesser zwischen circa 100 und 300 Mik. variirte, überzeugte ich mich, dass die in der Gallerte verlaufenden Fasern mit nach aussen vorstehenden Fadenstücken in Verbindung standen, und zwar bei den jüngsten Stadien in der Art, dass man nur ein Eindringen von Aussen, nicht etwa ein Herauswachsen aus dem Innern, annehmen konnte (Taf. II, Fig. 13). Auch bei den mehr Collema-ähnlichen Nostockugeln waren diese frei vorstehenden Fasern stets abgerissen und oft ziemlich dickwandig; sie hatten überhaupt nie das Aussehen jugendlicher Verzweigungen. Ein Herauswachsen aus dem Innern (womit natürlich die Annahme verknüpft wäre, dass man es mit isolirten Prolificationen zu thun habe) ist übrigens schon desshalb unwahrscheinlich, weil ein solcher Wachsthumsprocess bei unzweifelhaften Prolificationen, z. B. bei solchen, die noch mit der Mutterpflanze zusammenhängen, gar nicht vorkommt.

Manche dieser Nostockugeln zeigen nicht bloss an einem Punkte, sondern an zwei oder mehreren die oben erwähnten, nach aussen vorstehenden Faserstücke. An einer Kugel von 170 Mik. Durchmesser beobachtete ich z. B. vier solcher Punkte, von denen zwei nahezu opponirt in einem grössten Kreise lagen, indess die beiden andern, wenn sie zu- oder abgekehrt waren, ein schiefes Kreuz mit denselben bildeten. Eines der hier beobachteten Fadenstücke ist nebst einem kleinen Segment der Kugel in Fig. 14 auf Taf. II dargestellt.

Aehnliche Uebergangsstadien, wie die im Vorhergehenden besprochenen, habe ich in neuester Zeit, ohne darnach zu suchen, wiederholt beobachtet; sie fanden sich immer vorzugsweise zwischen den Thallusschüppchen halbkrustiger Flechtenarten, die auf feuchter Erde oder auf Moos u. dgl. vegetirt hatten. Ich habe nie versäumt, einzelne dieser Uebergangsstadien mit mehr oder minder verästelten Fasern im Innern nach verschiedenen Richtungen zu drehen, und immer hatte ich die Genugthuung, die Eintrittspunkte der Fasern an der Oberfläche aufzufinden. Zudem waren neben den von Pilzen durchwucherten Nostoccolonien stets auch unveränderte vorhanden, welche offenbar zur nämlichen Species gehörten. In kleineren Kügelchen hatten die eingedrungenen Fasern oft nur drei bis vier divergirende Verästlungen gebildet.

Die entgegengesetzte, neuerdings von Baranetzky vertheidigte Annahme, dass die No-

tockugeln freigewordene, d. h. durch Abschnürung isolirte Prolificationen von Collema seien, erheischt nach dem Gesagten kaum noch eine ausführliche Widerlegung. Die Thatsachen, worauf Baranetzky sich stützt, beweisen nur, dass die Gonidien der untersuchten Collemaart — eben weil es Algen sind — in einer sehr feuchten Atmosphäre, in welcher die Pilzfasern absterben und in Verwesung übergehen, noch kräftig fortvegetiren und sich sogar lebhafter als sonst vermehren. Uebrigens ist klar, dass Collema in der freien Natur nur äusserst selten unter Bedingungen vegetirt, wie sie Baranetzky für seine Culturen herstellte.

Ob einzelne Arten von Cylindrospermum, z. B. C. humicola, ebenfalls in den Gonidienzustand übergehen, bleibt so lange zweifelhaft, bis die hier allein entscheidenden Uebergänge beobachtet sind. Im Collemathallus selbst ist natürlich eine Unterscheidung nicht mehr möglich, da die für Cylindrospermum characteristischen Sporen im Gonidienzustande voraussichtlich ebensowenig zur Entwicklung kommen, als die Manubrien der Rivularieen.

Lempholemma.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Gonidien mancher Collemaceen von Nostocarten herrühren, die zu dem Kützing'schen Genus Hormosiphon gehören. Diess ist z. B. bei Lempholemma compactum der Fall, dessen Thallus im peripherischen Theil oft noch deutlich die besondern Hüllen der Gonidienketten, resp. der Nostocschnüre erkennen lässt, und zwar in den nämlichen Formen, Färbungen und Dimensionsverhältnissen, wie sie auch bei H. margaritaceus u. a. vorzukommen pflegen. Diese Hüllen oder Scheiden besitzen nämlich (im schwach gequollenen Zustande) einen Durchmesser von 15 — 20 Mik. und erscheinen auf Querschnitten aussen gelblich bis braungelb gefärbt, innen dagegen farblos. In Fig. 15 auf Taf. II ist eine Gruppe solcher Gonidienschnüre mit deutlichen Scheiden und dazwischen verlaufenden Hyphen abgebildet. Die Zeichnung stellt ein Stück eines tangentialen Schnittes durch den Thallus dar. Aehnliche Scheiden fand ich auch bei Enchylium affine Mass. Mem. pag. 94.

Leptogium.

Die Entwicklung berindeter Collemeen aus einer nostocartigen Alge in Folge von Parasitenwucherung habe ich bis jetzt nur bei Leptogium subtile Kbr. = Collema minutissimum Schær. beobachtet; die untersuchte Flechte ist Nr. 498 der Schærer'schen Exsiccaten.

Die Alge, welche dieser Flechtenart als Nährpflanze dient, ist der oben besprochene und auf Taf. III, Fig. 1—7 in verschiedenen Entwicklungsstadien dargestellte Polycoccus punctiformis, ein Nostoc mit dünnhäutiger Hülle und mit noch dünnern besonderen Membranen. Man findet denselben zwischen den zarten Thallusschüppchen der Flechte in den verschiedensten Form- und Grössenverhältnissen, von den kleinsten Kügelchen, die nur wenige grüne Zellen

enthalten, bis zu grossen kugeligen oder unregelmässig-walzlichen Colonien, welche einen Durchmesser von 40—50 Mik. oder eine Länge von 60—80 Mik. auf eine Breite von circa 30 Mik. erreichen. Neben diesen unveränderten Nostockugeln beobachtet man hie und da auch solche, die bei einem Durchmesser von 30 Mik. und darüber bereits vollständig umrindet sind, und deren Inhalt, wie die genauere Untersuchung lehrt, nach verschiedenen Richtungen von Fasern durchsetzt wird. Es sind diess offenbar Thallusanfänge von Leptogium. Dieselben stimmen jedoch sowohl in der (beinahe blauen) Färbung des Inhalts, als auch in der Grösse der Zellen und in den ersten Entwicklungsstadien auch hinsichtlich der äussern Formen so auffallend mit den unveränderten Nostoccolonien überein, dass sich jedem Beobachter unwillkürlich die Vermuthung ihrer Zusammengehörigkeit aufdrängen muss. Wichtiger als diese habituelle Aehnlichkeit ist indessen das Vorkommen von noch unberindeten Colonien, in welche Pilzfasern — ähnlich wie bei den oben besprochenen gelatinösen Nostocformen — von aussen eingedrungen sind. Ich habe diese ersten Stadien der Pilzwucherung wiederholt beobachtet; nur war es mir wegen der geringen Quellungsfähigkeit der Membranen nicht möglich, die eingedrungenen Fasern weiter als bis zu den ersten Verästlungen zu verfolgen. Es dürfte überhaupt schwer halten, die allmählige Ausbildung des Fasernetzes im Innern und der Epidermis-ähnlichen Rindenschicht an der Oberfläche direct zu beobachten, und was die frei nach aussen vorstehenden Faserenden berindeter Colonien betrifft, so begegnet man hier der Schwierigkeit, dieselben von nachträglich gebildeten Trichomen sicher zu unterscheiden. Aber auch zugegeben, dass meine Beobachtungen noch manche Lücke übrig lassen, halte ich doch die hervorgehobenen Thatsachen und Analogien für wichtig genug, um die gegebene Deutung mindestens als eine sehr wahrscheinliche bezeichnen zu dürfen.

Grenzzellen scheinen im Gonidienzustande noch spärlicher vorzukommen als im freien; doch gelang es mir bei längerem Suchen in dem mit Quellungsmitteln behandelten Präparat einige solcher Zellen aufzufinden.

Pannaria.

Zu den Flechten, deren Gonidien mit Polycoccus punctiformis oder doch mit einer nahverwandten nostocartigen Alge identisch sind, gehören wahrscheinlich auch die Pannarien, jedoch mit Ausnahme von P. hypnorum, die sich bekanntlich durch ihre gelbgrünen Gonidien auszeichnet. Jedenfalls besteht diese Identität für P. brunnea Sw., welche ich diesen Sommer in sehr schön entwickelten, für die Untersuchung günstigen Exemplaren von Herrn Arnold erhielt; es ist diess, wie ich mich sofort überzeugte, dieselbe Flechte, die ich im zweiten Theil meiner »Untersuchungen« (siehe Nägeli, Beiträge III.) als Pannaria spec. beschrieben und auf Taf. XI, Fig. 3—6 abgebildet habe. Das Verhalten der Gonidien ist am angegebenen Orte ausführlich geschildert und durch die citirten Figuren veranschaulicht, so dass ich mich hier auf die Hervorhebung einiger Punkte beschränken kann.

1) Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Gonidienconvolute von Pannaria brunnea aus verschlungenen Gonidienschnüren bestehen, wie sie bei den Nostocaceen vorkommen, und zwar deutet die spärliche Entwicklung von Grenzzellen ganz speziell auf eine nahe Verwandtschaft mit Polycoccus. In absterbenden Thallusschüppchen scheinen indess die Grenzzellen oder wenigstens doppelt conturirte Zellen häufiger aufzutreten; ich beobachtete auf Durchschnitten, die mit Jod und Schwefelsäure behandelt worden waren, oft mehrere und selbst viele solcher Zellen, die sich intensiv blau gefärbt hatten, — eine Reaction, die meinen frühern Untersuchungen zufolge nur bei Grenzzellen und Copulationszellen, nicht aber bei den gewöhnlichen blaugrünen Gonidien und ebensowenig bei den Faserzellen eintritt.

2) Meine frühere, auf wiederholte Untersuchung gestützte Angabe, dass die ersten Theilungen der Gonidien nach verschiedenen Richtungen des Raumes stattfinden und dass die Kettenbildung zum Theil nur Folge der Trennung ursprünglich verbundener Theilzellen sei, steht mit dem Gesagten keineswegs in unlösbarem Widerspruch. Ich glaube auch heute noch, dass solche Theilungen in jungen Gonidiengruppen vorkommen; es liegen mir genau ausgeführte Skizzen von Gruppirungen vor, die sich kaum anders deuten lassen. Allein dieselben Erscheinungen beobachtet man ja auch bei Nostoc selbst (vgl. Thuret, Ann. sc. nat., 3e Série, Tom. 2, pag. 319 und Mém. soc. hist. nat., Cherbourg V, 1—3); junge Colonien stellen immer Zellgruppen dar, die nur durch Theilung nach verschiedenen Richtungen entstanden sein können.

3) Um die Gonidienconvolute in längere Ketten aufzulösen, genügt es, das Präparat einige Minuten in Wasser zu kochen; noch günstiger wirken verdünnte Säuren bei vorsichtigem Erhitzen. An kleineren, hinreichend aufgequollenen Gonidienmassen (von kugeliger oder länglicher Gestalt) kann man bei langsamem Drehen oft deutlich erkennen, dass sämmtliche grüne Zellen eine einzige verschlungene Kette bilden, die beispielsweise aus 50—60 Gliedern besteht. Die längsten Ketten, die ich beobachtete, zählten über 100 Glieder.

Die übrigen Pannarien bedürfen, da sie im Verhalten der Gonidien denn doch in manchen Punkten von P. brunnea abweichen, noch einer genaueren Untersuchung. Ebenso die verschiedenen Stictina- und Nephroma-Arten. Uebrigens ist nicht anzunehmen, dass die Gonidien der genannten Flechten neue Typen repräsentiren.

In Fig. 13 auf Taf. III ist beispielsweise ein kugeliges Thallusschüppchen von Pannaria triptophylla, auf dem Protothallus sitzend, dargestellt. Obgleich nur 25 Mik. im Durchmesser, besitzt dasselbe doch bereits eine deutliche, kleinzellig-parenchymatische Rinde. Die Entstehung solcher Schüppchen ist voraussichtlich bedingt durch Anflüge der entsprechenden Alge und darauf folgende Ueberwucherung derselben.

Peltigera.

Die Beobachtungen Itzigsohn's [1]) und Baranetzky's [2]) an frei präparirten Gonidien von Peltigera canina, welche in feuchter Atmosphäre cultivirt wurden, lassen keinen Zweifel darüber, dass diese Gonidien mit Polycoccus punctiformis oder wenigstens mit irgend einer ähnlich aussehenden Nostocacee identisch sind. Diese Thatsache glaube ich hier in demselben Sinne deuten zu dürfen, wie bei den bisher besprochenen Flechten; ich will indessen nicht verhehlen, dass ich hiefür keine andern Beweise besitze, als die Analogie. Ich habe sowohl an frisch gesammelten Exemplaren von P. canina, als auch in der Umgebung derselben auf dem Substrat vergeblich nach jugendlichen Entwicklungsstadien oder sonstigen directen Anhaltspunkten gesucht; wie mir scheint, sind in dieser Beziehung alle grossblätterigen, breitlappigen Flechten gleich ungünstig.

Cephalodia Stereocaulorum.

Es bleiben mir endlich noch die Cephalodien zu erwähnen übrig, welche nach Nylander durch ein »stratum gonimon e nodulis gonimicis formatum« characterisirt sind. Wie schon oben (pag. 17) erwähnt, sind diese noduli gonimici Colonien einer nostocartigen Alge mit vielgliedrigen, verschlungenen Ketten und normalen Grenzzellen. Die Glieder der Ketten sind meist sehr klein, selten über 3 Mik. im Durchmesser, die Grenzzellen circa 5—6 Mik. Einzelne dieser Colonien sind gänzlich hyphenlos, die übrigen dagegen mehr oder weniger von Hyphen durchflochten, zuweilen sogar in ein ziemlich dichtes Fasergeflecht eingebettet. Uebrigens scheinen diese noduli gonimici seltener vorzukommen, als die beiden andern Typen; doch finden sie sich zuweilen mit diesen letztern auf der nämlichen Pflanze. Ich fand sie nur einmal in einem Cephalodium von Stereocaulon ramulosum Ach.

* * *

Von der nun folgenden Familie der Oscillarieen habe ich bis jetzt keine Gonidienbildner kennen gelernt; ich habe überhaupt nichts beobachtet, was mir auch nur die leiseste Vermuthung in diesem Sinne erregt hätte. Und doch leben namentlich einige Phormidium- und Oscillaria-Arten in Verhältnissen, welche die Möglichkeit einer Ueberwucherung durch Pilze, so sollte man meinen, nicht ausschliessen.

---

[1]) Bot. Ztg. 1868, pag. 185. Mit einzelnen Deutungen (z. B. der Figuren 18—20 auf Taf. V) und Angaben bin ich übrigens nicht einverstanden; in der Hauptsache ändern sie aber Nichts.

[2]) Bulletin de l'Acad. impér. des sc. de St. Pétersbourg, Tome VI. (Dec. 1867). Die nämlichen Mittheilungen auch in Pringsheim's Jahrb. VII, pag. 1 (1869).

Fünfter Typus: Chroococcaceen.

Wie die Nostocaceen zu den Gallertflechten mit Gonidienschnüren, so verhalten sich die Chroococcaceen zu denjenigen mit Gonidienkugeln. Und wie bei jenen vorzugsweise die gelatinösen Nostocformen sich bei der Bildung der Gonidienconvolute betheiligen, so bei diesen die gelatinösen Glœocapsen, die generisch kaum davon zu trennenden Aphanocapsen wahrscheinlich inbegriffen. Daneben figurirt aber auch die Gattung Chroococcus, welche hier gleichsam die Rolle eines Polycoccus spielt, indem sie den Uebergang von den Gallertflechten zu den laubartigen vermitteln hilft.

Die übrigen Gattungen der Chroococcaceen, welche mit den genannten die Theilung nach allen drei Richtungen des Raumes gemein haben (Anacystis, Polycystis, Cœlosphærium etc.), kommen voraussichtlich nicht in den Fall, Gonidien zu bilden, da sie sämmtlich im Wasser vegetiren und somit für Pilze unzugänglich sind.

Von den Gattungen Synechococcus, Glœothece etc., bei denen die Zelltheilungen nach einer Richtung erfolgen, sind mir bis jetzt gonidienbildende Repräsentanten nicht bekannt geworden.

Ueber das Verhalten der genannten Gonidienbildner im Flechtenthallus ist wenig zu sagen: sie behalten im Wesentlichen ihre Form und ihre Wachsthumsweise. Auffallend ist, dass fast jede Zelle sich mit einem Faseraste, beziehungsweise mit einem Gabelzweig der ursprünglichen Stielzelle copulirt (vgl. hierüber meine »Untersuchungen über den Flechtenthallus« in Nägeli's Beiträgen, viertes Heft).

Omphalaria. Enchylium.

Das Eindringen von Pilzfasern in Gloeocapsacolonien und die dadurch bedingte Verwandlung derselben in ein Gewebe, das von Omphalaria- oder Enchylium-Prolificationen nicht unterschieden werden kann, habe ich wiederholt und sicher beobachtet. Den instructivsten Objecten begegnete ich auch hier gelegentlich bei der Untersuchung verschiedener kleinschuppiger Flechtenarten, andern etwas weniger günstigen übrigens auch bei Enchylium. In Fig. 8 bis 11 auf Taf. III sind einige dieser Uebergänge, die keiner weitern Erklärung bedürfen, abgebildet; sie rühren offenbar sämmtlich von der nämlichen Species her. Durch Drehen derselben habe ich mich überzeugt, dass ihre Gallerthüllen nirgends unterbrochen waren. Uebrigens bietet schon das Vorkommen solcher Uebergänge neben durchaus unveränderten Colonien von gleicher Form, Grösse und Färbung für die Identität derselben mit Gloeocapsa einen völlig überzeugenden Beleg.

Einzelne Zweige der eingedrungenen Pilzfasern copuliren sich schon frühzeitig mit den

Theilzellen von Gloeocapsa; Gonidiengruppen mit gabelig getheilten Stielen, wie man sie im entwickelten Thallus beobachtet, kommen indess erst später zu Stande.

Phylliscum.

Auf die Eigenthümlichkeiten der Gonidien von Phylliscum endocarpoides habe ich bereits in den oben citirten Untersuchungen aufmerksam gemacht. Es sind erstens die grössten blaugrünen Gonidien, die bis jetzt bekannt sind (15 bis 25 und selbst 30 Mik.), in der Form bald kugelig, bald regelmässig oval (die Theilzellen natürlich entsprechend eckig); sie besitzen zweitens eine schwach-gelatinöse, oft deutlich vielschichtige Membran, meist mit wellen- oder zickzackförmig verbogenen dichteren Schichten, auch bezüglich der chemischen Reactionen in einzelnen Punkten ausgezeichnet; dazu kommt drittens die geringe Zahl von Theilzellen (circa 2—4, selten mehr) in einer Colonie und das Fehlen gemeinsamer Hüllen. (Ein zweigetheiltes Gonidium auf Taf. III, Fig. 12.)

Alle diese Eigenthümlichkeiten, die doch zum Theil sehr characteristisch sind, zeigt nun auch Chroococcus turgidus Näg. in so übereinstimmender Weise, dass mir die Identität der beiden Gebilde unzweifelhaft erscheint; ich betrachte demnach die Gonidien unserer Flechte geradezu als unveränderte Colonien der genannten Chroococcusart. Hiefür auch die entscheidenden entwicklungsgeschichtlichen Belege, nämlich die ersten Stadien der Pilzwucherung in Chroococcuscolonien aufzufinden, ist mir allerdings bis jetzt nicht geglückt [1]).

Zweite Reihe.

Algen mit chlorophyllgrünem Inhalt.

Sechster Typus: Confervaceen.

Da die meisten Confervaceen im Wasser leben, so lässt sich erwarten, dass sie nur ausnahmsweise als Gonidienbildner auftreten. Die einzigen bis jetzt bekannten Beispiele liefern

---

[1]) Kleinere Chroococcusarten, wie z. B. Ch. helveticus, mögen hie und da, sofern sie an geeigneten Standorten leben, ebenfalls in den Gonidienzustand übergehen; sie bieten jedoch zu wenig anatomische Anhaltspunkte, um sie mit einiger Sicherheit wiederzuerkennen. Noch grössere als die oben genannte, etwa dem Ch. macrococcus Rabenh. entsprechende Formen, kommen in den mir bekannten Flechten nicht vor.

die grünen Zellen von Coenogonium und Cystocoleus, die übrigens kaum noch als Gonidien bezeichnet werden können, da sie zusammen genau die Formen und die Wachsthumsweise einer verzweigten Fadenalge besitzen und sich überdiess nie von einander trennen. Die genannten Flechtengattungen sind also nichts anderes, als geradezu unveränderte, aber von Pilzen umsponnene Algen aus der Verwandtschaft von Cladophora. Näheres über den innern Bau findet man im zweiten Theil meiner Untersuchungen (Nägeli, Beitr., viertes Heft) und in de Bary's Morphologie und Physiologie der Pilze und Flechten (pag. 270).

Siebenter Typus: Chroolepideen.

Die Chroolepideen sind Luftalgen, die an feuchten Mauern, auf Baumrinden etc. vegetiren und demgemäss zur Gonidienbildung geeignet erscheinen. Dessenungeachtet kommen sie nur bei einer verhältnissmässig kleinen Zahl von Lichenen, welche theils zu den Graphideen, theils zu den Verrucarieen gehören, im Gonidienzustande vor. Hieran schliesst sich nach neueren Untersuchungen noch die Gattung Roccella, worüber unten das Nähere mitgetheilt ist.

Soweit die bisherigen Beobachtungen reichen, behalten die Chroolepideen oder, was dasselbe ist, die verschiedenen Chroolepusarten auch innerhalb des Flechtenthallus ihre Formen und ihre Vegetationsweise bei; sie stimmen also hierin mit den jedenfalls nahverwandten Confervaceen überein.

Graphideen. Verrucarieen.

Dass die Gonidien bei verschiedenen Gattungen der bezeichneten Gruppen mit Chroolepusformen übereinstimmen, wurde schon von de Bary (l. c. pag. 291; vgl. ferner pag. 260) hervorgehoben. Auch ist bekannt, dass auf dem Thallus hieher gehöriger Flechten neben den von Hyphen umsponnenen Gonidienketten auch freie Gonidien ohne umgebende Hyphen vorkommen und dass dieselben mit der als Chroolepus umbrinum Kg. beschriebenen Alge, bei welcher man Schwärmsporenbildung beobachtet hat, identisch sind. Dazu kommt noch, dass genetische Beziehungen zwischen den Gonidien und den sie umspinnenden Fasern nicht einmal angedeutet (geschweige denn nachgewiesen) sind, indem Stielzellen, wie sie bei vielen andern Flechten sich finden, hier gar nicht vorkommen. (Chroolepus umbrinum, z. Th. mit Pilzfasern, auf Taf. III, Fig. 20—23, nach einem Kützing'schen Originalexemplar.)

Diese Thatsachen würden schon an und für sich die Annahme einer Parasitenwucherung als Hypothese rechtfertigen; das Gewicht der Analogie drängt vollends jede andere Auffassung in den Hintergrund.

Roccella.

Für die eigenthümlichen Gonidien dieser Flechte glaubte ich früher in der von Nägeli aufgestellten Gruppe der Exococcaceen, die ich übrigens nicht aus eigener Anschauung kenne,

einen entsprechenden Algentypus gefunden zu haben. Neuere Beobachtungen haben mich indess überzeugt, dass die Parallele in bekannteren Regionen zu suchen ist: die Roccellagonidien sind einfach Chroolepusformen. Für diese Ansicht weiss ich allerdings keine andern Belege anzuführen, als die immerhin sehr characteristischen Formen der grösseren Gonidiengruppen, wie man sie namentlich bei R. fuciformis beobachtet. Ich verweise daher auf die Abbildungen solcher Gruppen auf Taf. III, Fig. 14 — 19.

Die deutlichen Copulationen zwischen Faserzellen und Gonidien, die bei Roccella häufig zu Stande kommen, habe ich bereits im ersten Theil meiner »Untersuchungen« besprochen und abgebildet. Natürlich deutete ich sie damals im Sinne eines genetischen Zusammenhanges.

Achter Typus: Palmellaceen.

Durchgeht man die lange Reihe der Gattungen und Arten, welche zu den Palmellaceen im Sinne Nägeli's gehören, so begegnet man nur ganz wenigen, welche mit Rücksicht auf ihr Vorkommen befähigt erscheinen, in den Gonidienzustand überzugehen. Es sind selbstverständlich bloss diejenigen, welche nicht im Wasser, sondern auf Baumrinden, an feuchten Mauern, Felsen u. dgl. ihre grünen Lager bilden. Dahin gehört zunächst Cystococcus Näg., welcher nach bereits veröffentlichten Untersuchungen [1]) bei einer grossen Zahl von Strauch- und Laubflechten als Gonidienbildner auftritt, sodann Pleurococcus vulgaris und dessen Verwandte, welche ebenfalls bei einer grössern Zahl von Flechten als Gonidien figuriren, endlich Protococcus (im Sinne Rabenhorst's, Flora europ. Alg. III), der im Gonidienzustande voraussichtlich von der vorhergehenden Gattung nicht unterschieden werden kann. Von den übrigen Repräsentanten dieser Gruppe, die man à priori als mögliche Gonidienbildner bezeichnen könnte, sind bis jetzt keine im Gonidienzustande beobachtet worden. Es sind übrigens bloss wenige Arten, welche näher oder entfernter in Betracht kommen können, nämlich Stichococcus bacillaris, vielleicht auch Inoderma, dann Palmella botryoides, Botrydina vulgaris und Gloeocystis rupestris. Ob dieselben wirklich bei diesen oder jenen Flechten, beispielsweise bei einigen weniger bekannten Krustenflechten, constant als Gonidien fungiren, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Die beiden häufigsten Gonidienbildner dieser Gruppe sind in Fig. 24 und 25 auf Taf. III abgebildet. Die kleine vierzellige Gruppe stellt Pleurococcus, die grosse kugelige Zelle mit Zellkern und excentrischem hellen Raum Cystococcus humicola dar.

---

[1]) Vgl. meine Unters. in Nägeli, Beitr. IV (Nachtrag); ferner Famintzin und Baranetzky, Mém. de l'Acad. impér. de St. Petersbourg, VII. série, Tom. XI, Nr. 9.

Schlussbemerkungen.

I.

Aus vorstehenden Mittheilungen erhellt, dass die Algennatur der Flechtengonidien in einer Reihe von Fällen festgestellt, in andern höchst wahrscheinlich, in keinem unwahrscheinlich ist. Welche Beobachtungen sprechen nun aber für die entgegengesetzte Auffassung, wie sie ursprünglich von Wallroth begründet und in neuester Zeit von Famintzin und Baranetzky formulirt wurde? Ich behaupte: gar keine. Die einzige Thatsache, die man etwa noch geltend machen könnte und die man früher mit Recht im Sinne einer genetischen Beziehung zwischen Fasern und Gonidien gedeutet hat, nämlich das Vorhandensein von Stielzellen, ist offenbar vollständig entkräftet, seitdem man weiss, dass ähnliche Stiele durch Copulation gebildet werden. Diese letztere Bildungsweise ist mit absoluter Sicherheit nachgewiesen; die genetische dagegen, resp. die Entwicklung der Gonidien aus den Endzellen kurzer Faseräste, ist noch von Niemanden beobachtet, sondern nur aus dem Vorhandensein von Stielzellen erschlossen worden. Der Schluss war früher erlaubt; heute ist er es nicht mehr. Die Annahme, dass die Gonidien selbsterzeugte Organe der Flechten seien, entbehrt also jeder thatsächlichen Begründung.

Ebensowenig ist das Freiwerden der Gonidien in Folge von Soredienbildung durch Beobachtung festgestellt. In den Soredien selbst sind sie bekanntlich nicht frei, sondern von Hyphen umsponnen. Wenn nun auch diese letztern in allzu feuchter Atmosphäre zu Grunde gehen, so ist damit doch nicht bewiesen, dass beispielsweise die auf Baumrinden vegetirenden Cystococcusindividuen auf diesem Wege frei geworden sind. Das müsste doch erst beobachtet werden. Uebrigens ist das Freiwerden der Gonidien eine Frage untergeordneter Natur, deren Lösung in der Hauptsache weder für noch gegen entscheidet.

Von prinzipieller Wichtigkeit ist dagegen ein anderer Punkt, den neuerdings Baranetzky wieder geltend gemacht hat, nämlich das angeblich beobachtete Auswachsen der Gonidien in Faserzellen. Die hierauf bezüglichen Angaben betrachte ich indess auf Grund meiner frühern Untersuchungen als widerlegt; ich habe daher auch keine Veranlassung, hier noch einmal darauf zurückzukommen.

Endlich ist es beinahe überflüssig zu bemerken, dass die vollständige Uebereinstimmung der verschiedenen Gonidienformen mit ebenso vielen Algentypen, die auch ohne die Gonidienbildenden Arten vertreten sein würden, schon an und für sich eine Thatsache ist, die nach der Wallroth'schen Auffassung absolut unerklärt bleibt.

II.

Wie schon in der Einleitung bemerkt, bilden die Flechten, meinen Untersuchungen zufolge, keine besondere Hauptabtheilung der Kryptogamen, sondern nur eine Unterabtheilung in der

grossen Reihe der Pilze; es sind Ascomyceten, die auf Algen schmarotzen. Die Lichenologen mögen sich trösten darüber, dass das Gebiet ihrer Forschung einem grössern einverleibt wird: die Grenzlinien waren schon lange verwischt. Man findet eine ganze Reihe von Gattungen in dem einen System als Flechten, in einem andern als Pilze aufgeführt; alle Bemühungen, die Trennung schärfer durchzuführen, waren vergeblich. Im Bau und in der Wachsthumsweise der Vegetations- und Reproductionsorgane stimmen ohnehin sämmtliche Flechten und Ascomyceten vollständig überein. Die Gonidien, die aber nicht als Criterium anerkannt wurden, sind die einzigen Gebilde, welche allerdings nur bei Flechten vorkommen. Wo bleiben unter solchen Umständen die Grundlagen der bisherigen Eintheilung? Es ist klar, dass die Verschmelzung der beiden Gruppen in jeder Beziehung naturgemässer ist und dass dadurch der Ausbau des natürlichen Systems nach maassgebenden morphologischen Gesichtspunkten nur gefördert werden kann.

Als maassgebende morphologische Gesichtspunkte sind in erster Linie nach wie vor die allgemeinen Wachsthumsverhältnisse der vegetativen und reproductiven Organe, in zweiter die besondern carpologischen Merkmale zu betrachten. Aber auch die Gonidien, obschon nicht mehr Organe der Flechten, haben desshalb ihre systematische Bedeutung keineswegs eingebüsst. Man weiss, wie wählerisch die Pilze überhaupt bezüglich ihrer Nährpflanzen sind. Ich erinnere an die zahlreichen auf höhern Pflanzen vegetirenden Parasiten, welche nur auf jeweilen ganz bestimmten Species von Nährpflanzen zur Entwicklung kommen, während sie auf andern meist nicht einmal die ersten Stadien der Keimung durchlaufen. Aehnlich verhalten sich auch die Flechten. Es ist unzweifelhaft, dass die Mehrzahl derselben von ganz bestimmten Algenarten abhängig ist, und dass ein Vicariiren verschiedener Algengattungen nicht stattfindet. Dazu kommt, dass systematisch verwandte Flechten sehr häufig auch systematisch verwandte Nährpflanzen wählen. Man denke z. B. an die Ephebeen, Collemaceen, Omphalariaceen, Racoblennaceen (incl. Lichina); ferner an die grosse Reihe von Strauch- und Laubflechten, die auf Cystococcus humicola angewiesen sind, u. s. w. Selbst wo innerhalb der nämlichen Gattung verschiedene Gonidientypen vertreten sind, wie z. B. bei Sticta und Endocarpon, stehen dieselben mit andern mehr oder minder erheblichen Verschiedenheiten des Baues im Zusammenhang. Darin eben liegt die Bedeutung der Gonidien für die Systematik. Die Berücksichtigung, die sie als vermeintliche Organe verdienten, verdienen sie auch als Nährpflanzen.

Physiologisch betrachtet bleiben die Gonidien nach wie vor die Vermittler der Assimilation und der ungeschlechtlichen Vermehrung. Es sind zwar nicht Brutzellen im eigentlichen Sinne, weil sie für sich allein keinen Thallus bilden können; sie sind aber doch ein wesentlicher Bestandtheil der Brutkügelchen. Jedes Brutkügelchen ist eine kleine Tochtercolonie, zu welcher die Gonidienschicht mindestens eine grüne Zelle, der Pilz dagegen die sie umschliessende Hülle liefert. Die Tochtercolonien sind einzeln entwicklungsfähig; es können aber auch, wenig-

stens bis zu einem gewissen Stadium der Entwicklung, mehrere mit einander verschmelzen, um dann gemeinsam zu einer grossen Colonie von bestimmter Gestalt heranzuwachsen.

Die Gonidien sind unstreitig die wichtigsten, sie sind aber nicht die einzigen Ernährer der Flechten. Ich folgere diess aus der bekannten Thatsache, dass eine Reihe von Flechten nur auf der Rinde der Nadelhölzer (oder auf verwitterten Brettern u. dgl. aus Nadelholz), andere nur auf Laubhölzern, noch andere nur auf faulem, abgestorbenem Holze u. s. w. gedeihen. Eine solche Abhängigkeit von der Unterlage kann nicht bloss durch die physikalischen Eigenschaften derselben, etwa durch die Porosität oder die wasserhaltende Kraft u. dgl. bedingt sein, es müssen ihr nothwendig chemisch-physiologische Verhältnisse, die wir freilich nicht genauer kennen, zu Grunde liegen. Man kann sich vorläufig, um ein triviales Bild zu gebrauchen, die Sache etwa so vorstellen, dass die Gonidien die gewöhnliche Kost liefern, die Unterlage dagegen das Salz, die Gewürze und Delicatessen.

Die Flechten sind hienach, sofern sie auf Bäumen, Holz oder deren Zersetzungsproducten vegetiren, Doppelschmarotzer. Man könnte sie nach ihrem Verhältniss zu den Gonidienbildnern als Algophyten bezeichnen, und mit Bezug auf das Substrat, je nachdem es epi- oder hypophlœodische Flechten oder endlich Fäulnissbewohner sind, zu den Epiphyten, Endophyten oder Saprophyten zählen. — Natürlich haben diese Vorschläge bloss den Zweck, auf die physiologischen Analogien, welche zwischen den Flechten und den übrigen Pilzen bestehen, hinzuweisen.

Soll ich zum Schlusse noch ein Wort über die herkömmliche Bezeichnung »Flechten« oder »Lichenen« sagen, so denke ich nicht, dass wir einen triftigen Grund haben, dieselbe in Zukunft zu verschmähen. Die Lichenologie hat ihre besondere Geschichte und Literatur, warum sollte das Object, mit dem sie sich beschäftigt, nicht auch fernerhin seinen gewohnten Namen führen?

Erklärung der Tafeln.

Die der Figurennummer in ( ) beigesetzte Ziffer gibt die Vergrösserung an.

Taf. I.

Fig. 1 — 3. **Polychidium muscicolum.**

1 (500) Querschnitt durch den Thallus und Längsschnitt durch einen damit zusammenhängenden Sirosiphonast. Bezüglich des genetischen Zusammenhanges vgl. den Text.

2 (500) Längsschnitt durch eine ähnliche Stelle.

3 (500) Stück eines Sirosiphonstammes mit abnormal entwickelter Astanlage a. Die grünen Zellen sind hier nicht grösser als die Gonidien von Polychidium.

Fig. 4 — 10. **„Thamnidium Willeyi" = Lichina spec.**

4 (30) Strauchartiger Thallus mit zwei endständigen Apothecien (einem jüngern und einem ältern).

5 (300) Längsschnitt durch den Thallus. Die eingebetteten Rivularieen, welche hier als Gonidien figuriren, besitzen zum Theil noch gelblich gefärbte Scheiden und peitschenförmige Enden.

6 (120) Thallusende mit zahlreichen, meist nach aussen vorstehenden Rivularieen-Fäden.

7-9 (650) Einzelne Fäden, durch Quetschen des Präparates isolirt.

10 (500) Eine zickzackförmig verbogene Gonidienkette aus dem Excipulum eines Apotheciums.

Fig. 11 — 18. **Racoblenna.**

11 (800) Gonidienkette aus dem entwickelten Thallus.

12-15 (600) Algenfäden mit ihren Scheiden, durch Ueberwucherung mehr oder weniger verändert.

16 (700) Ein ähnliches Präparat mit verzweigtem Faden.

17 (900) Erste Veränderungen eines Fadens nach dem Eindringen von Pilzfasern.

18 (600) Ein Fadenstück mit kugelig verdickter, in parenchymatisches Gewebe umgewandelter Scheide.

Taf. II.

Fig. 1 — 3. **Racoblenna.** (Forts.)

1 (500) Ein Fadenstück mit keulenförmig verdickter, stellenweise deutlich parenchymatischer Scheide, am obern Ende noch unverändert, mit pfriemenförmiger Spitze.

2 (400) Zwei zickzackförmig verbogene Gonidienketten mit parenchymatischer Umhüllung. Theil eines grössern Convolutes, an welchem hie und da noch unveränderte Algenfäden nach aussen hervorragten.

3 (600) Ein ähnliches Präparat, aber wegen der abweichenden Krümmungen der Gonidienketten habituell verschieden.

Fig. 4 — 10. **Heppia adglutinata.**

4 (600) Durchschnitt durch ein Thallusschüppchen mit Scytonema-ähnlicher Gonidienreihe.

5 (500) Durchschnitt durch einen Thallus mit Scytonemascheiden zunächst der Oberfläche und mit Gonidienketten, die in diese Scheidenstücke auslaufen. In Salzsäure gekocht, daher die Scheiden grün gefärbt.

6-7 (500) Zwei Gonidienketten aus dem Innern des Thallus, isolirt gezeichnet.

8 (500) Durchschnitt durch eine Thallusschuppe, an welcher Stücke von Scytonemascheiden eine Art Epidermis bilden.

9 (500) Ein Scytonemafaden, wie sie in Gesellschaft von Heppia häufig vorkommen.

10 (350) Durchschnitt durch eine Thallusschuppe mit einem längern und einigen kürzern Scheidenstücken.

Fig. 11 — 12. **Porocyphus byssoides.**

11 (400) Kleines Stück des krustenförmigen Thallus nach Zusatz von Salzsäure. Die Kruste besteht durchgehends aus mehr oder weniger veränderten Scytonemafäden.

12 (500) Ein noch unverändertes Scytonema, wie man sie in Gesellschaft der überwucherten Fäden häufig beobachtet.

Fig. 13 — 15. **Nostoc.**

13 (500) Eine Nostoccolonie, in welche eine Pilzfaser von aussen eingedrungen ist.

14 (500) Stück einer grössern Nostoccolonie mit eingedrungener Pilzfaser.

15 (500) Nostocschnüre mit besondern Scheiden (Hormosiphon), von Pilzfasern durchflochten. Beobachtet auf einem Tangentialschnitt durch den Thallus von Lempholemma.

Taf. III.

Fig. 1 — 7. (500). **Polycoccus punctiformis.**

Colonien in verschiedenen Stadien. Fig. 1, 2, 5 stellen normale Zustände, die übrigen Figuren seltener vorkommende Entwicklungsstadien dar.

Fig. 8 — 11. (1000). **Glœocapsa.**

Kleinere und grössere Colonien, welche durch eingedrungene Pilzfasern in ein Omphalaria-ähnliches Gewebe umgewandelt sind.

Fig. 12. **Phylliscum endocarpoides.**

12 (500) Ein zweigetheiltes Gonidium, übereinstimmend mit Chroococcus turgidus Ktz.

Fig. 13. **Pannaria triptophylla.**

13 (500) Berindetes Thallusschüppchen = überwucherter Algenanflug auf dem sog. Protothallus der Flechte.

Fig. 14 — 19. (600). **Roccella fuciformis.**

Gonidiencomplexe, übereinstimmend mit Chroolepus. Es wurden vorzugsweise möglichst vielzellige Gruppirungen gezeichnet; einfachere, wie Fig. 19, sind häufiger.

Fig. 20 — 23. (500). **Chroolepus umbrinum.**

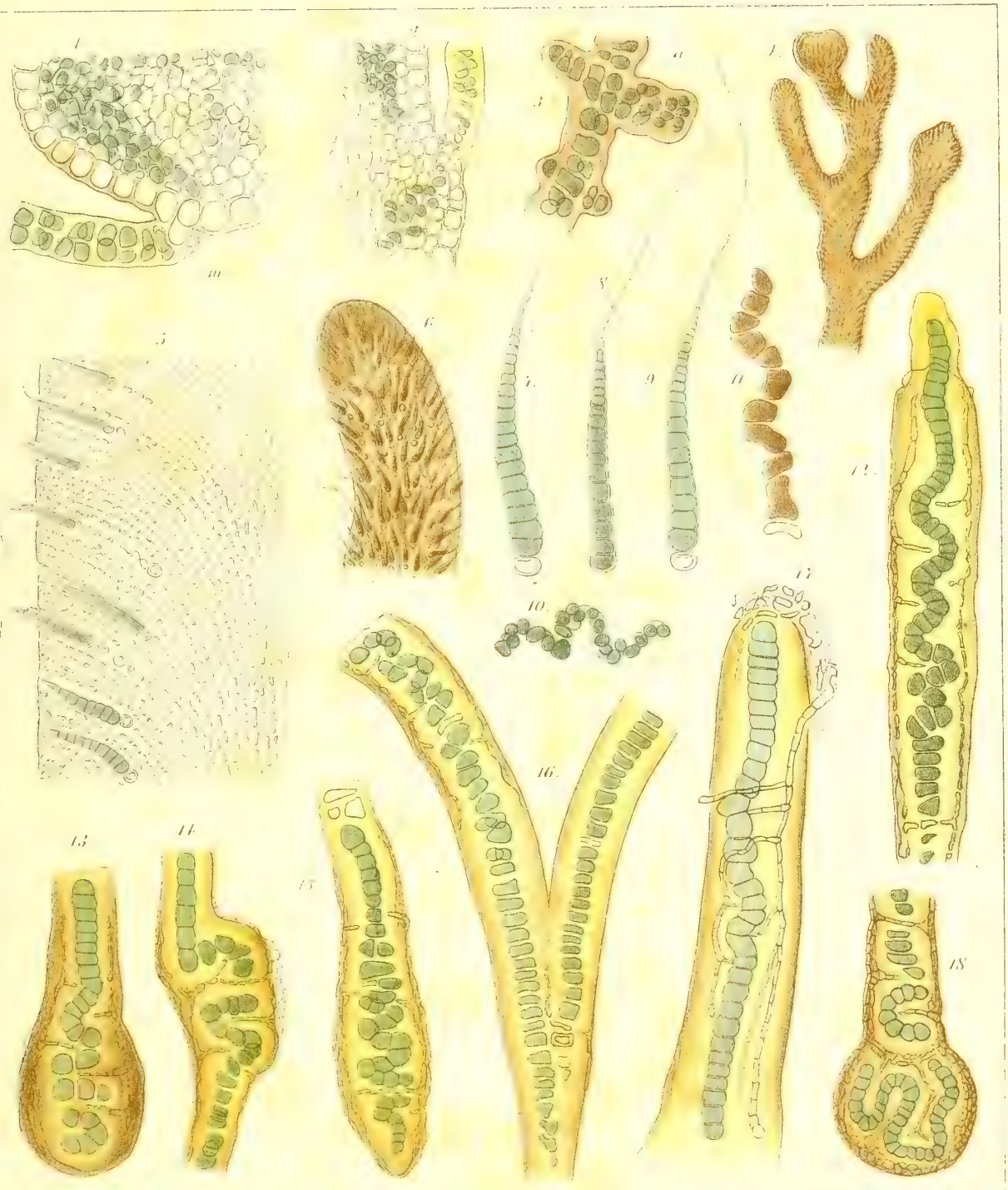
Mehr oder weniger umsponnene Zellgruppen, nur Fig. 23 ganz frei, Nach einem Kützing'schen Originalexemplar.

Fig. 24. **Pleurococcus vulgaris.**

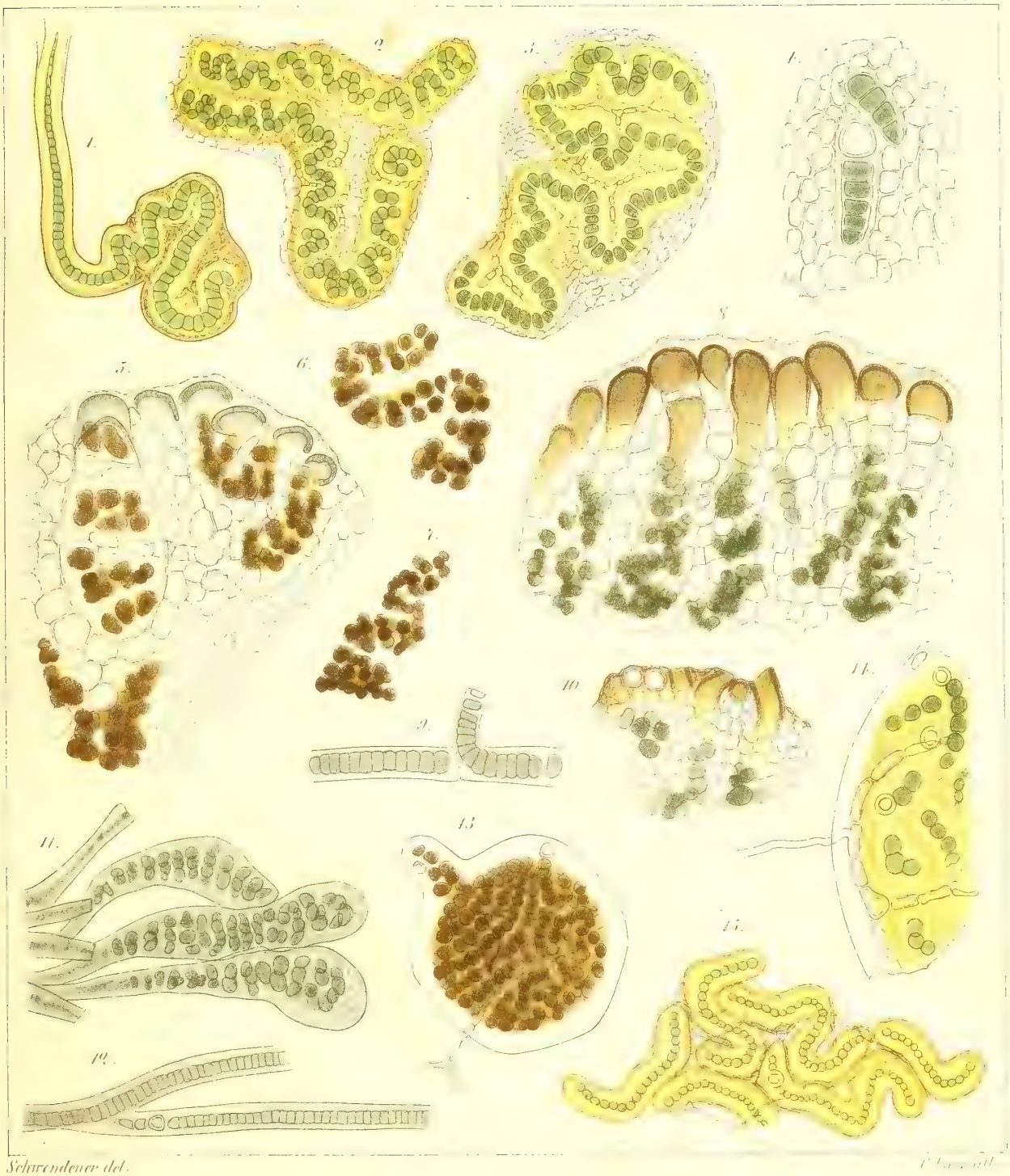
24 (500) Eine Gruppe von vier Theilzellen.

Fig. 25. **Cystococcus humicola.**

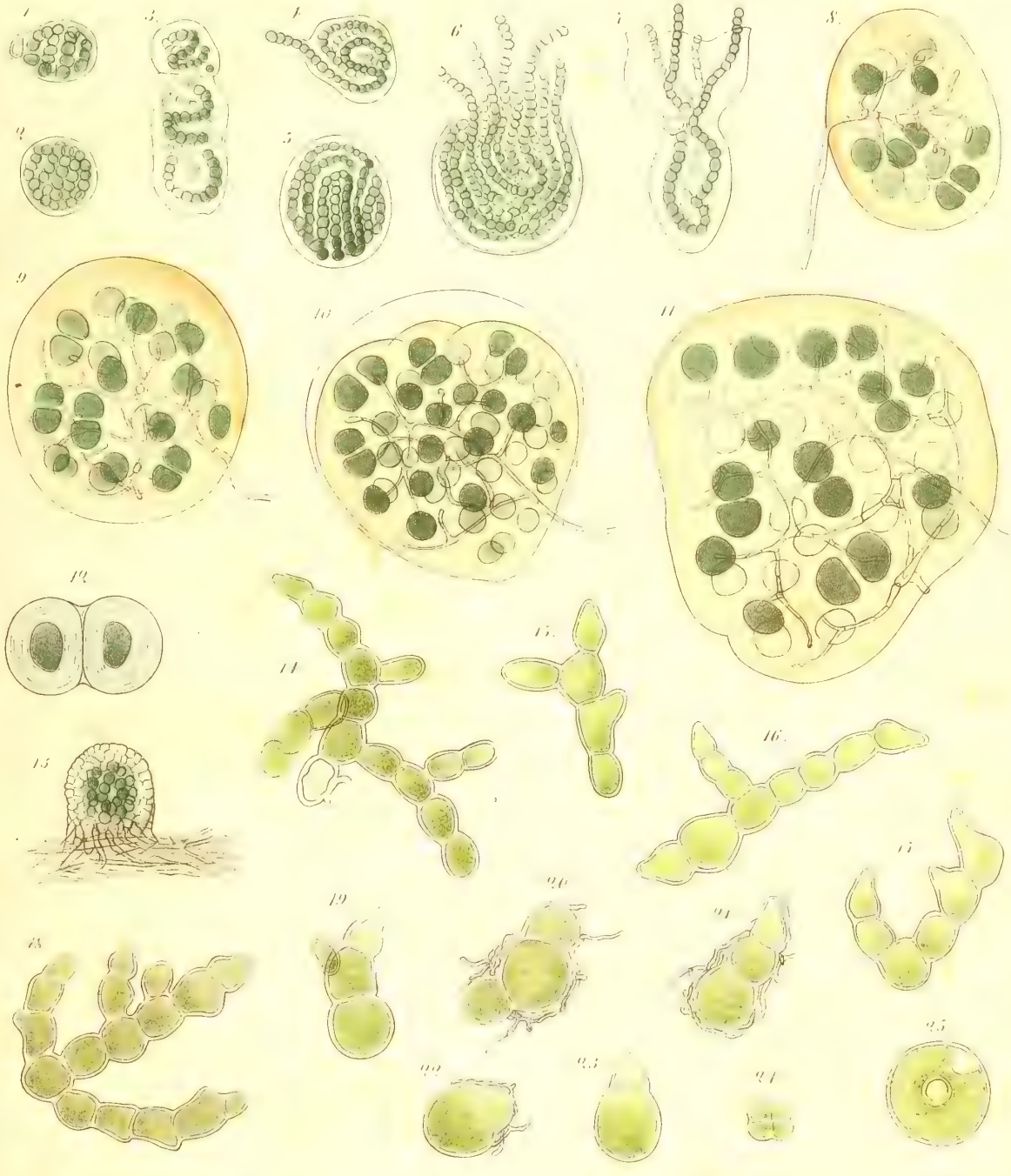
25 (500) Eine einzelne Zelle mit Zellkern und excentrischem hellen Raum.



Schwendener del. C. Laue lith.



Schwendener del.



Schwendener del.

C. Laue lith.

Stevenson Mycological Library
Smithsonian Institution